

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

Издается ежемесячно с 1988 г.

Стратегическая компьютерная инициатива

1988

12

Новое
в жизни,
науке,
технике

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Подписная
научно-популярная
серия

12/1988

Издается
ежемесячно
с 1988 г.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНИЦИАТИВА

В НОМЕРЕ



Издательство
«Знание»
Москва
1988

ББК 32.973
С83

Авторы выпуска



РАКИТОВ Анатолий Ильич — доктор философских наук.

БАТУРИН Юрий Михайлович — кандидат юридических наук, математик и журналист, работает в Институте государства и права АН СССР. Автор книги «Право и политика в компьютерном круге» (М.: Наука, 1987).

АЛЕКСЕЕВ Геннадий Алексеевич — заместитель начальника Главного управления ГКВТИ СССР, имеет более 30 публикаций в области научно-технического прогресса.

МОРОЗОВ Александр Савельевич — генеральный конструктор бытовой компьютерной аппаратуры.

КАСАТКИН Валентин Николаевич — кандидат педагогических наук, доцент Симферопольского государственного университета.

ШМЕЛЕВ Александр Георгиевич — кандидат психологических наук, работает в МГУ на кафедре общей психологии. Специалист в области компьютерных игр, имеет публикации по этой тематике.

РЕДАКТОР Б. М. ВАСИЛЬЕВ



А. И. РАКИТОВ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разговор с читателем об информационном обществе и стратегической компьютерной инициативе

— Информационное общество? Да что же это такое?

— Это общество, в котором важнейшим продуктом деятельности является производство, распространение и использование информации и информационных услуг. Общество, в котором подавляющая часть трудоспособного населения так или иначе занята информационной деятельностью, т. е. деятельностью, которую в просторечии в доброе старое время называли бумажной и которую сейчас следовало бы, пожалуй, назвать электронной или компьютерной.

— Да разве это возможно? Ведь каждому человеку известно, что для нормальной жизнедеятельности в первую очередь необходимы пища, одежда, жилье, транспорт, медикаменты и другие весьма разнообразные вещи, производимые промышленностью и сельским хозяйством, транспортом и химической технологией. А уж информация, как бы она ни были важна, — лишь средство для создания этих первоочередных ценностей. Как же будет жить ваше «информационное общество», если большинство трудоспособного населения будет занято производством информации и информационных услуг? Да и вообще, возможно ли это?

— Не только возможно, но и уже является реальностью. В США, например, в секторе производства информации и услуг занято около 70% всех трудящихся, около 25 — в традиционной промышленности и около 2,8% — в сельском хозяйстве. И заметьте, что при такой раскладке здесь очень высокая производительность труда, первоклассное качество продукции и обилие, обеспечивающее не только один из самых высоких жизненных уровней в мире, но и первенство на международных рынках, особенно сельскохозяйственном и информационном.

— Информационный рынок? И такой тоже существует?

— Разумеется. И на нем продают самый ценный продукт современности — информацию и знания. 80% информационной продукции на мировом маркетинге производится в США. Они создают больше всего патентов научных открытий, технологических новинок и информационной технологии, т. е. компьютеров, средств связи, компьютерных программ и т. д.

— Вы хотите сказать, что производство информации, ее распространение и использование требуют особой технологии?

— Безусловно, и притом это самая передовая и наиболее стремительно развивающаяся технология, являющаяся, по словам М. С. Горбачева, катализатором научно-технического прогресса. Можно сказать, что именно от развития этой технологии и грандиозного ускорения производства информации во многом зависит будущее человечества, а применительно к нашей стране — будущее перестройки, процесса демократизации и осуществления экономической реформы.

— Это последнее утверждение — не дань моде, не конъюнктурная оговорка?

— Ничуть. Без всеобщей, полной, неограниченной информированности,

несовместимой с бюрократической монополией на знания и информацию, нет и не может быть гласности, невозможна свобода, заключающаяся в принятии решений со знанием дела, невозможны инициатива и настоящее творчество. Точно так же хозрасчет и самоокупаемость, предприимчивость и состязательность в условиях социалистических рыночных отношений невозможны без полной, оперативной и легко доступной информации для каждого директора, изобретателя, конструктора, рабочего, кооператора и индивидуального производителя. И все это, в свою очередь, невозможно без новейшей компьютерной техники, интегрированных информационных сетей, без современной техники связи и телекоммуникаций, короче, без информационной техники.

— Но какое все это имеет отношение к теме брошюры, к ее содержанию?

— Самое прямое и непосредственное.

Дело в том, что наше общество на сегодняшний день довольно сильно отстало от передовых стран Запада, США и Японии по уровню информатизации различных сфер деятельности и состоянию информационной технологии. Чтобы преодолеть существующий разрыв, нам необходимо осуществить грандиозный научно-технологический прорыв, а для этого прежде всего следует ознакомиться с высшими мировыми достижениями. Страной, которая не только лидирует в процессе информатизации всех сфер деятельности и в создании информационной технологии, но и продолжает по многим показателям наращивать темпы развития в самых прогрессивных направлениях этой технологии, являются США. А программой, которая содействует мощной стимуляции и интенсификации этого процесса, является стратегическая компьютерная инициатива. Вот почему первая общедоступная публикация об этой программе, созданной военным ведомством США, но давшей мощный импульс многочисленным промышленным, научным и коммерческим приложениям, заслуживает самой доброй и настоятельной рекомендации. Эта публикация адресована читателям, заинтересованным в достоверной информации, позволяющей ориентироваться в быстро меняющейся картине современных технологических инноваций.

Автор этой статьи, Юрий Михайлович Батурин, обладает не часто встречающимся даром знатока проблемы, популяризатора и гуманитарно образованного специалиста. Статья написана живо, ярко и содержит достоверный материал. И мне остается добавить к этой рекомендации лишь очень немного. Дело в том, что современная информационная техника развивается так быстро, что, пока автор пишет, а наборщик набирает текст, могут произойти крупные, а иногда и революционные изменения. Поэтому я считаю нужным добавить лишь несколько замечаний.

1) Несколько месяцев назад журнал «Бизнес уик», информирующий деловые круги США, сообщил, что компьютеры, делающие миллионы операций в секунду, становятся реальностью.

2) Появились сообщения об автономных роботах, выполняющих, например, функции охранников, бегающих по лестницам со скоростью, не уступающей человеку, способных распознавать взломщиков по виду, запаху и голосам, пригодных для тушения пожаров, задержания преступников и других сложных действий, которые совсем недавно были уделом человека.

3) Разрабатывается новая методология программирования, так называемая «новая волна программирования», позволяющая решать задачи, которые недавно были пределом отдаленных мечтаний.

Возможно, что к моменту опубликования статьи и мои уточнения окажутся устаревшими. Ну что же, этому остается только радоваться, так как подобные факты лишь подтверждают необходимость скорейшей информатизации общества, которая сделает возможным получение новейшей информации почти одновременно с ее созданием.



Ю. М. БАТУРИН

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНИЦИАТИВА

Секрет машин

Мы всего лишь
вашего ума созданья!
Редьярд Киплинг
Секрет машин

Заменят ли роботы солдат на поле боя? Займут ли машины, обладающие чем-то вроде человеческого разума, место командующих как главных стратегов войны? Такие интригующие вопросы, когда-то относившиеся полностью к научной фантастике, сейчас играют немаловажную роль при выработке планов министерства обороны США.

Много лет назад фантазия Карела Чапека нарисовала такую сцену:

«Галль. Силы небесные, сколько их!

Домин. Роботов?

Галль. Да. Сплошной стеной стоят...

. . . .

Домин. ...Роботы выгружают оружие...

. . . .

Фабри. Гм, в таком случае... тогда... тогда нам крышка, друзья. Роботы прошли хорошее военное обучение...

. . . .

Галль. Друзья, это — преступление старой Европы: она научила роботов воевать! Неужели, черт подери, не могли они не лезть всюду со своей политикой? Это было преступление — превращать рабочие машины в солдат!»[1].

Похоже, писатель ошибся лишь в одном: не старушка Европа додумалась до этой идеи, а Соединенные Штаты Америки. «Вы в опасной зоне под открытым небом. Ваш «Виллис» не смог сдвинуть с дороги завал, а вы не сумели съехать с дороги, чтобы обойти это препятствие. Зону контролирует противник. С каждой минутой становится все жарче. Что должен делать американский солдат?»[2]. Этот сценарий содержится в рекламном объявлении «Standart manufacturing Company». Компания предлагает пустить в ход роботы ее производства.

Программа Пентагона под названием «Стратегическая компьютерная инициатива» (СКИ) преследует цель создания нового поколения компьютеров, обладающих определенными человеческими качествами — «здравым смыслом» и специальными знаниями, умением видеть, слышать и говорить. Такие компьютеры будут во много раз более мощными, чем лучшие из сегодняшних. «Мы добиваемся машин, которые во многих отношениях смогут соперничать с людьми», — сказал Ро-

---

[1] Чапек К. R. U. R. М., 1966. — С. 86—89.
[2] Pacific News Service, 1984, Oct.

берт Купер, в прошлом директор Управления перспективного планирования научно - исследовательских работ (УППНИР) министерства обороны США[1]. С 1983 г. управление разрабатывает несколько проектов для вооруженных сил, пытаясь научить компьютеры, подобно людям, сопоставлять на первый взгляд не связанные между собой данные, делать выводы и решать проблемы. Это огромный скачок по сравнению с действующими сегодня машинами, большинство из которых хранит огромный объем данных и использует их заранее предписываемым образом. Что это даст? Давайте бросим взгляд на поле боя.

Сеть сейсмических датчиков, установленных на глубине в несколько метров, предупреждает по колебаниям почвы о приближении дивизии противника, уже замеченной спутниками. Информация и от датчиков, и от спутников поступает в штабную ЭВМ, которая теперь довольно точно знает, где находятся танки и где артиллерия. Датчики определили первые по давлению на них, а артиллерийские орудия по вибрации, отличив их от грузовиков. Установив дислокацию противника и его силы, штабной компьютер принимает решение о контратаке. Он определяет, когда какая из мин должна взорваться. Противник постарался создать коридор, но тут маленькие выпрыгивающие мины закрыли путь отступления у него за спиной. Выпрыгнув, эти мины начинают двигаться зигзагообразно, взрываясь только тогда, когда узнают — по массе металла, — что они ударились о танк или артиллерийское орудие. Одновременно множество маленьких самолетов-камикадзе обрушатся на цель и, прежде чем нанести удар, отправят в штабную ЭВМ новую порцию информации о положении дел на поле боя. Тем, кому удастся выжить в этом аду, придется иметь дело с солдатами-роботами. Каждый из них, «чувствуя», например, приближение танка, начинает расти и открывает «глаза», стараясь его найти. Если цель не появляется в радиусе ста метров, робот направляется ей навстречу и атакует крошечной ракетой, которой вооружен. Как пел Владимир Высоцкий:

[1] U. S. News & World Report, 1985, Aug. 26.

> «Что перед этим всем сожженье Трои!»[1]

Новейшие ответы на классические вопросы

> Увидишь и услышишь
> свой вопрос...
>
> *Редьярд Киплинг*
> Секрет машин

Троя, как известно, погибла от «коня», внутри которого сидели воины. Идея пересадить всадника с седла во чрево «коня» сегодня получила новое воплощение. Одна из частных задач СКИ — создание костюма-робота, в который помещается солдат. Не станет ли этот компьютеризованный кентавр (робот-солдат или солдат-робот) троянским конем XXI века?

Слепой певец Демодок в гомеровской поэме «Одиссея» рассказал всю историю сооружения деревянного коня по просьбе хитроумного Одиссея:

> «Все ты поешь по порядку, что было
> с ахейцами в Трое,
> Что совершили они и какие беды
> претерпели...»[2]

Изложение велось по ставшей затем классической риторической схеме вопросов, предназначенных для выяснения любых обстоятельств: Qus? Quid? Ubi? Quibus auxiliis? Cur? Quomodo? Quando?[3] Последуем ей и мы.

В системе министерства обороны США выбор направлений научных исследований, их финансирование осуществляются четырьмя ведомствами: исследовательскими управлениями армии, ВВС и ВМС, а также УППНИР. Основная задача первых трех ведомств — поиск новых научно-технических решений на пути модернизации существующих вооружений. Роль

[1] Высоцкий В. Переворот в мозгах // Высоцкий В. Песни и стихи. — Н.-Й., 1981. — Т. 1. — С. 347.

[2] Гомер. Одиссея. М.: Художественная литература, 1981. — С. 135.

[3] Кто? Что? Где? С чьей помощью? Для чего? Каким образом? Когда? (лат.).

УППНИР совершенно иная. Это единственное ведомство, отвечающее за долгосрочные научные программы министерства обороны, имеющее право начинать инициативные исследования или принимать новые концепции, ориентированные на военное применение. Но функции УППНИР далеко не ограничиваются фундаментальными исследованиями. Они включают также программы доведения результатов этих исследований до стадии практического применения.

УППНИР было создано в 1958 г. как часть американского отклика на запуск первых советских спутников. Эти спутники чрезвычайно удивили военных и ученых в США и заставили их по-новому взглянуть на состояние американской науки и техники. Чтобы усилить исследования в областях, интересующих военных, было основано УППНИР. На протяжении всей истории УППНИР большая часть его бюджета выделялась на аэрокосмическую технику. Однако важность вычислительной техники для военных нужд всегда признавалась и около 10% бюджета УППНИР отводилось этому направлению.

В конце 1983 г. УППНИР объявило о десятилетнем плане, названном СКИ. Это был план создания искусственного интеллекта. Объем финансирования в первые три года составил 300 млн. долл., в первые пять лет — 600 млн. долл. и в ближайшей перспективе превысит 1 млрд. долл[1]. В связи с этим УППНИР в 2—3 раза увеличила долю своего бюджета, направляемого на изыскания в области компьютерной техники.

В связи с осуществлением СКИ была проведена реорганизация УППНИР. Исследовательские работы по компьютерной технике стали контролироваться Отделом информационно-обрабатывающей техники и Отделом оборонных исследований. Специально сформированный Отдел инженерно-прикладных работ ответствен за создание технических образцов и их испытания.

Из табл. 1, суммирующей бюджет СКИ, видно, что наиболее последовательно повышаются затраты на военные приложения. Большую часть сумм, выделяемых по категории «технология», контролируется Отделом информационно-обрабатывающей техники, ответственным за исследования. Развитие инфраструктуры подразумевает увеличение количества компьютерного оборудования и расширение его производства.

Из табл. 2 видно, что в рамках военных приложений наибольшую долю средств предлагается выделить на создание «помощника пилота» и «умное оружие».

Успех этим приложениям должны принести прежде всего совершенствование архитектуры ЭВМ, развитие оптоэлектроники, улучшение компоновки микросхем, а также развитие прикладной и вычислительной математики.

Сегодня УППНИР — это ведущее военное ведомство, значительно превосходящее по масштабам проводимых исследовательских работ в области компьютерной техники и технологии любое другое министерство и ведомство, также финансирующее работы в данной области. Для академической науки, специализирующейся на разработке аналогичных тем, УППНИР

Часть бюджета УППНИР, предназначенная на СКИ[1]

Таблица 1

Бюджет, млн. долл.	Финансовый год					Всего
	1984	1985	1986	1987	1988	
Военные приложения	6	13	27	30	32	108
Технология	30	45	90	84	85	334
Развитие инфраструктуры	13	13	25	32	29	112
Управление и обслуживание	2	3	4	4	4	17
Всего	51	74	146	150	150	571

[1] Stefic M. Strategic Computing at DARPA: overview and assessment. — Communications of the ACM, 1985, vol. 28, N 7, p. 690; Monde Diplomatique, 1985, Sept.

[1] Stefic M., op. cit., p. 696.

Военные приложения[1]

Таблица 2

Объем финансирования, млн. долл.	Финансовый год		
	1987	1989	1992
Система управления боевыми действиями для ВМФ	5,3	7,4	—
«Помощник пилота»	5,3	8,1	5,0
«Умное оружие»	5,6	6,0	5,0
Система анализа изображений РЛС	5,3	5,9	2,0
Автономное наземное транспортное средство	5,3	4,2	3,0
Система управления боевыми действиями для ВВС и сухопутных сил	3,6	5,0	2,0

Технологическая база[2]

Таблица 3

Объем финансирования, млн. долл.	Финансовый год		
	1987	1989	1992
Интеллектуальные технологии			
Машинное зрение	5,5	9,1	6,5
Распознавание речи	5,2	5,9	4,0
Базы знаний	4,5	6,1	4,0
Общение на естественном языке	4,2	5,7	4,5
Планирование боевых действий	1,8	1,2	6,0
Интегрированный интерфейс	1,3	2,0	4,0
Автоматизированное проектирование и производство	0,9	4,0	7,0
Микроэлектроника			
Оптоэлектроника	5,0	5,4	4,0
Микросхемы	1,5	4,9	7,0
Архитектура ЭВМ	19	3,0	15
Прикладная и вычислительная математика	3,2	6,0	6,0

[1] Составлено по: Попов Г. Франкенштейн XX века // НТР: проблемы и решения. — 1988. — № 2. — С. 8.
[2] Там же.

выступает в качестве основного заказчика.

Программа СКИ объединяет в себе такие разные направления деятельности, как совершенствование существующей техники и поисковые исследования. Проекты совершенствования начинаются с установления конкретных целей и желательных сроков их достижения. Чтобы оказаться успешными, такие проекты должны быть прогнозируемы; успех не может зависеть от первых результатов исследований или создания новых образцов, в работе с которыми опыта не имеется. Поисковые исследовательские проекты непредсказуемы по своим результатам. Исторически УППНИР использовало обе формы работы, но в СКИ оно попробовало впервые соединить их. Что из этого получится, не очень ясно. В одной известной серии американских карикатур действовал персонаж «Дурной глаз». Если он смотрел на кого-то одним глазом, то вселял ужас, если двумя, то полностью парализовывал. Некоторые исследователи рассматривают соединение в СКИ методов совершенствования и поисковых методов как риск увидеть оба ока «Дурного глаза»[1]. Но, наверное, это не очень корректная попытка оценить, что же такое СКИ:

«А мы все ставим каверзный ответ
и не находим нужного вопроса»[2].

Солдаты без страха и усталости

«Мы можем тащить и
толкать, подвозить,
поднимать, управлять,
Мы можем печатать,
ткать и пахать, и светить,
согревать,
Мы можем промчать,
пробежать и плыть,
и летать, и нырять,
Мы можем видеть
и слышать, считать и
читать, и писать».
Редьярд Киплинг
Секрет машин

[1] Stefic M., op. cit., p. 697.
[2] Высоцкий В. Мой Гамлет // Высоцкий В. Нерв. — М., 1981. — С. 198.

Эта строфа из стихотворения Р. Киплинга довольно точно отражает то сочетание военных и гражданских приложений СКИ, которое рассчитывает получить УППНИР.

Как это просто! Дай нам
динамит и несколько
уроков!
Редьярд Киплинг
Секрет машин

Каждый вид вооруженных сил ставит свои первоочередные задачи.

— Армия хочет иметь машины, которые с помощью дистанционного управления или самостоятельно будут разыскивать противника, обезвреживать мины и неразорвавшиеся бомбы или запускать ракеты в ситуациях, где человек, может быть, не захочет подвергать себя опасности. Кроме того, ей необходимы роботы для выполнения утомительных работ в тылу — погрузка боеприпасов, управление автоколонками или заправка танков.

— ВВС хотят иметь беспилотные самолеты для разведки за линией фронта, создания помех вражеским РЛС или уничтожения отдельных целей. Для пилотируемых полетов необходим компьютерный помощник пилота. В космосе роботы, вероятно, будут играть ключевую роль в создании и техническом обслуживании систем ПРО. По сути дела, все, что создается в рамках стратегической оборонной инициативы, в такой степени компьютеризовано, что СКИ имеет для нее ключевое значение.

— ВМС хотят иметь роботы для выполнения целого ряда опасных и трудоемких задач — от ведения огня до технического обслуживания и ремонта кораблей, их поиска и спасения.

Специалисты видят будущее военной робототехники главным образом в создании машин, способных действовать с высокой степенью автономии, машин, способных самостоятельно «мыслить». Назовем этапы осуществления этой части программы.

1985 г. — машина проходит 20-километровый маршрут по дороге с твердым покрытием; движение только вперед без обхода препятствий.

1986 г. — машина маневрирует, обходя небольшие фиксированные объекты на удалении 100 м.

1987 г. — машина способна прокладывать и осуществлять 10-километровый маршрут по открытой местности со скоростью до 5 км/ч с учетом типа почвы или дорожного покрытия.

1988 г. — машина способна прокладывать и осуществлять 20-километровый маршрут по сети дорог, используя в навигационных целях ориентиры; для обхода препятствий машина совершает маневры на дороге.

1989 г. — машина должна двигаться на скорости 10 км/ч, обходя препятствия.

1990 г. — маршрут, проходимый машиной, будет включать лесистые территории, дороги с твердым покрытием и грунтовые, а также пустынные местности; машина должна фиксировать множественные цели[1].

В числе первых проектов в рамках этого направления можно назвать автономное сухопутное передвижное средство (АСПС). Эта машина похожа на модели для фантастических фильмов: восемь маленьких колес, высокий корпус без окон и телевизионная камера на крыше. Задача этой передвижной компьютерной лаборатории — испытывать способы автономного компьютерного управления наземными средствами.

Для ориентации АСПС использует несколько телевизионных камер, звуковые волны и лазеры, которые должны объединять собираемые данные в некую четкую «картину» того, что впереди. Аппарат должен уметь отмечать тени от настоящих препятствий — для телевизионной камеры с компьютерным управлением тень дерева очень похожа на упавшее дерево. АСПС уже сейчас способно обходить небольшие препятствия размером, например, со стог сена, но лишь при скорости не больше 10 км/ч. Если скорость станет больше, компьютеры не в со-

[1] Stefic M., op. cit., p. 692.

стоянии достаточно быстро обработать данные и принять решение. Сейчас испытываются более скоростные компьютеры с параллельной обработкой данных. В конечном счете оценка не только препятствий, но также угроз и целей при одновременном передвижении с приемлемой в боевых условиях скоростью потребует гораздо более мощных компьютеров.

Еще одно важное соображение: робот должен быть в состоянии распознавать противника, когда он его обнаруживает. «Во Вьетнаме нашим солдатам было трудно отличать южных вьетнамцев от северных, — сказал Роберт Розенфелд, руководитель программ в УППНИР. — Если людям трудно распознавать противника, то легко представить себе, как это трудно будет роботам»[1]. Эта проблема, пожалуй, самая трудная.

Третье препятствие на пути к использованию роботов в бою — это связь. Обычные радиоканалы хороши для голосовой связи между людьми, но великое множество видео- и цифровых сигналов и других данных, требуемых для передачи команд и получения информации от робота, требуют таких частотных диапазонов, в которых в боевых условиях очень легко создавать помеху. По этой причине, например, невозможно передать цифровой или видеосигнал, когда на пути находится возвышение. В СКИ, однако, рассматриваются варианты использования кабелей на волоконной оптике для управления роботами, а также применения на поле боя самолетов с дистанционным управлением.

Учитывая все эти препятствия, перспективы создания полностью автономных боевых роботов остаются все еще достаточно отдаленными. Промежуточным шагом оказывается создание полуавтоматических роботов, способных выполнять ограниченные задачи. «Армия, в частности, изучает возможности так называемой «системы рассредоточенных аппаратов», в которой один аппарат будет выполнять

[1] Newsday, 1987, Feb. 2.

функции командования и управления, в нем будут люди, и он будет выходить на поле боя вместе с целой группой роботов, — заявила Барбара Линдауэр, один из инженеров по военной робототехнике. — Они могут выходить вместе на выполнение разведывательного задания или составлять колонну, в которой один аппарат будет следовать за другим»[1].

Идет работа над «Рейнджером», который «видит» собственное направление и следует по незнакомой пересеченной местности, обходя препятствия. Испытываемый образец оснащен целым набором датчиков, включая телекамеру, лазерный локатор, передающий на ЭВМ объемное изображение местности, и приемник инфракрасного излучения, позволяющий двигаться в темноте. Поскольку для анализа изображений, получаемых с датчиков, требуются миллиарды расчетов, робот способен передвигаться со скоростью около 5 км/ч, но после усовершенствования компьютеров скорость возрастает до 65 км/ч. При дальнейшем усовершенствовании робот сможет шпионить за позициями противника или вступать в бой как танк-автомат, вооруженный точнейшими орудиями.

ОДЕКС — еще один военный робот — способен погружать и разгружать артиллерийские снаряды, переносить грузы массой более тонны, обходить рубежи охранения. В аналитическом докладе (корпорации) Rand Co подобные роботы названы «демонами». Указывается, что, по предварительным расчетам, каждый «демон» будет стоить около 250 тыс. долл. (для сравнения — основной танк сухопутных сил США «Абрамс М-1» стоит 2,8 млн. долл. каждый).

Военно-морские силы уже создали роботы НТ-3 для тяжелых грузов и РОБАРТ-1, фиксирующий пожары, отравляющие вещества и технику противника, проникающую через линию фронта, и имеющий словарь из 400 слов. РОБАРТ-1, кроме того, сам добирается до заправочной станции для

[1] Newsday, 1987, Feb. 2.

перезарядки батарей. Широко рекламированная экспедиция к месту гибели знаменитого «Титаника», которая была проведена в 1986 г., имела скрытую основную цель — испытание военного подводного робота «Джейсон-младший»[1].

Интересно сравнить подходы разных фирм к созданию АСПС и трудности, с которыми они столкнулись. Управление движением восьмиколесного АСПС, о котором говорилось выше, осуществляется с помощью ЭВМ, обрабатывающих сигналы от различных средств визуального восприятия и использующих топографическую карту, а также базу знаний с данными о тактике перемещения и способах вывода заключений, касающихся текущей обстановки. ЭВМ определяют протяженность тормозного пути, скорость на поворотах и другие параметры движения.

При демонстрационных испытаниях АСПС перемещалось по вымощенной дороге со скоростью 3 км/ч с использованием одной телевизионной камеры, через которую с помощью определенных методов выделения объемной информации, разработанных в Мэрилендском университете, распознавались обочины дороги. АСПС перемещалось с остановками через каждые 6 м из-за ограниченной производительности используемых ЭВМ. Чтобы обеспечить непрерывное перемещение со скоростью 20 км/ч, производительность ЭВМ требуется повысить в 100 раз.

Предстоящие более сложные испытания на пересеченной местности связаны с введением в АСПС нескольких телевизионных камер для обеспечения стереоскопического восприятия, а также пятидиапазонного лазерного локатора, который позволит оценивать характер препятствий на пути движения, для чего измеряются поглощения и отражения лазерного излучения в пяти участках спектра.

УППНИР также финансирует работы Огайского университета по созданию АСПС с шестью опорами вместо колес для перемещения по пересеченной местности. Эта машина имеет высоту 2,1 м, длину 4,2 м и массу примерно 2300 кг. Аналогичные самоходные роботы различного назначения разрабатываются сейчас 40 промышленными фирмами и согласно прогнозам их сбыт в 1994 г., в том числе и для военной техники, достигнет 500 млн. долл.

Видно, что компьютеры играют ключевую роль в этих разработках и большая часть трудностей связана именно с ЭВМ. Поэтому по заказу УППНИР в университете Карнеги-Меллона принялись за разработку высокопроизводительной ЭВМ ВАРП, предназначаемой, в частности, для АСПС. Предполагается установить новую ЭВМ на специально изготовленном автомобиле для автономного управления им на прилегающих к университету улицах для движения со скоростью до 55 км/ч. Разработчики полагают, что ЭВМ не сможет полностью заменить водителя, например, при расчетах скорости пересечения улицы молодыми и пожилыми пешеходами, но будет лучше справляться с такими задачами, как выбор кратчайшего пути по карте.

Фирме General Electric УППНИР заказало комплект машинных программ, который позволит АСПС распознавать во время движения детали местности, автомобили, боевые машины и т. п. В новом комплекте программ предполагается использовать распознавание образов по геометрическим признакам объекта съемки при его сравнении с эталонными изображениями, хранимыми в памяти компьютера. Поскольку для машинного составления изображения каждого распознаваемого объекта (танка, орудия и т. п.) требуется огромное время — несколько месяцев, — фирма пошла по пути съемки объектов с фотоснимков, рисунков или макетов в различных видах, например спереди и сбоку, причем снимки, получаемые с помощью телевизионной камеры с полупроводниковой мишенью, преобразуются в цифровую форму. С помощью специальных алгоритмов получаемые изображения преобразуются в объемное

---

[1] Pacific News Service, 1984, Oct.

контурное представление объекта, которое вводится в память компьютера. При движении АСПС его бортовая телекамера производит съемку попадающегося на пути объекта, изображение которого после обработки представляется в виде линий и точек сходимости в местах резких изменений контрастности. В процессе распознавания эти рисунки сопоставляются с проекциями объектов, введенными в память ЭВМ. Процесс распознавания заканчивается при достаточно точном совпадении трех-четырех геометрических признаков объекта, и компьютер производит дальнейший, более детальный анализ для повышения точности распознавания[1].

Так заменят ли роботы солдат на поле боя? Займут ли машины, обладающие искусственным разумом, место искусных бойцов? Предстоит преодолеть огромные технические препятствия, прежде чем компьютеры смогут выполнять задачи, естественные для человека. Так, например, чтобы наделить машину самым обычным «здравым смыслом», потребуется в 10 тыс. раз увеличить емкость ее памяти[2] и ускорить работу даже самых современных компьютеров. Для военного использования они должны стать гораздо меньшего размера, стоить намного дешевле и быть в состоянии выдержать боевые условия.

В ближайшее десятилетие целиком автоматические АСПС и роботы военного назначения вряд ли будут поставлены на вооружение. Поэтому было найдено поистине удивительное решение: вселить в робота живую душу или превратить живого солдата в робота. В Лос-Аламосской национальной лаборатории конструируется костюм-робот для солдат, обеспечивающий защиту от различных поражающих факторов, в том числе от пуль, осколков, радиоактивных излучений, химического и биологического оружия.

Для управления костюмом-роботом предполагается использовать биотоки головного мозга, которые сопровождаются магнитными сигналами и могут служить для подачи человеком, одетым в такой костюм, мысленных команд, например об изменении режима ходьбы. Для восприятия по биотокам сигналов-команд, вырабатываемых головным мозгом, конструируются специальные датчики, обладающие высокой чувствительностью и малыми размерами, что позволит размещать их в шлеме или каске.

Костюм-робот повысит мобильность солдата на местности и даст возможность носить оружие. Несмотря на общую массу около 90 кг, костюм не будет стеснять движения солдата. В нем предусматривается собственный малогабаритный источник питания в виде компактной топливной батареи с полимерным электролитом и ресурсом непрерывной работы до трех суток.

Одной из самых сложных проблем разработчики считают расшифровку мысленных команд по магнитным полям, создаваемым биотоками головного мозга. Одни и те же мысленные команды бывают разными у разных людей, и в связи с этим потребуется индивидуальная настройка костюма-робота для каждого солдата[1].

Нечто подобное получат и ВВС. Ведется работа над компьютерной системой, которая будет сканировать волны, исходящие от мозга пилота, следить за пульсом, сокращениями сердечной мышцы, другими жизненно важными функциями его организма и на основании этого определять боеспособность пилота, выдавая ему ровно столько информации, сколько он в состоянии воспринять в данный момент[2].

УППНИР создает и так называемого помощника пилота — робота, помогающего летчикам в условиях воздушного боя выполнять операции, которые сейчас делаются вручную, например, обходные маневры с целью ухода от ракет противника. Робот будет выполнять голосовые команды пилота и отвечать ему тоже в речевой фор-

---

[1] Design News, 1987, vol. 43, N 4, p. 26.
[2] U. S. News & World Report, 1985, Aug. 26.

[1] New Scientist, 1986, vol. 111, N 1527, p. 31.
[2] U. S. News & World Report, 1986, Aug. 26.

ме. Интересно, что летчики могут заменять программные модули, от которых зависит поведение «помощника пилота»[1].

Определенной комбинацией этих двух разработок является система, конструируемая фирмой Energy Optics Inc. При полете с большой скоростью и на большой высоте из-за недостаточного снабжения мозга кислородом и кровью бывают случаи потери летчиком сознания. Наступление потери сознания регистрируется индикатором частоты мигания глаз, использующим отражение инфракрасного излучения от роговой оболочки. В этом случае пилот с «искусственным разумом» автоматически берет на себя управление[2].

В научно-исследовательском центре им. Эймса создаются средства искусственного интеллекта, предназначаемые для повышения эффективности деятельности как летных экипажей, так и операторов наземных центров управления и обработки данных. Одной из проблем автоматизации управления полетом является определение траектории полета. Для решения этой задачи производится экстраполяция алгоритмов предотвращения столкновения с земной поверхностью и огибания рельефа.

На перспективу в центре им. Эймса разрабатываются средства искусственного интеллекта, которые будут обеспечивать управление движением самолетов как имеющих, так и не имеющих бортовых систем искусственного интеллекта. Так, разрабатывается бортовая экспертная система, которая позволит инженерам наземного центра управления контролировать работу сложного бортового оборудования различных экспериментальных летательных аппаратов, в том числе самолета с обратной стреловидностью крыла X-29, перспективного истребителя AFT-1 на базе самолетов F-16 и F-111 и самолета с наклонным расположением плоскостей крыльев F-8. Первая версия этой бортовой экспертной системы обеспечит интерпретацию данных и доступ в реальном времени к ее базовому массиву знаний и заменит используемые сейчас инженерами ленточные самописцы и индикаторы на электронно-лучевых трубках, на которых регистрируются поступающие с борта самолета телеметрические данные. При этом система будет дублировать функции управления и принятия решений летчиком истребителя в ходе воздушного боя или при борьбе с наземными целями. Задачи, решаемые системой, включат обеспечение полета в боевом строю, а также выработку рекомендаций по маневрированию, которые по средствам радиосвязи через синтезатор речи будут передаваться летчику на борт самолета, летящего в паре.

Такую экспертную систему, являющуюся практически дополнением к комплексу автоматизированных средств для летных экипажей, создаваемому УППНИР, предполагается использовать на самолете F-18, который по каналам радиосвязи принимает команды наземного центра управления, где используются ЭВМ. В испытаниях будут участвовать два самолета F-18, из которых ведущий будет пилотироваться обычным способом, а ведомый — по командам с наземного центра с летчиком на борту в целях страховки. Ведомый самолет в ходе испытательного полета будет сохранять лишь визуальный контакт с ведущим самолетом, а экспертные системы на ведомом самолете используют правила, определяющие маневрирование ведомого самолета в зависимости от действий ведущего[1].

ВВС США ведут также исследования в области средств искусственного интеллекта для систем технического обслуживания парка боевых самолетов. Подсчитано, что применение оборудования с искусственным интеллектом значительно уменьшит продолжительность технического обслуживания и повысит боеготовность самолетов[2].

---

[1] Stefic M., op. cit., p. 692.

[2] Design News, 1987, vol. 43, N 5, p. 39.

[1] Aviation Week and Space Technology, 1986, vol. 124, N 22, p. 73.

[2] Flight International, 1986, vol. 130, N 4040, Dec. 6.

Для военно-морских сил УППНИР разрабатывает компьютерного «стратега», который на основе анализа данных, поступающих с радиолокаторов и искусственных спутников Земли, будет помогать командирам организовывать сложный морской бой с участием авианосной боевой группы и входящими в нее десятками надводных кораблей и подводных лодок. Эта система управления боем должна быть способна учитывать непроверенные данные, предсказывать вероятные события, а также разрабатывать стратегию действий и сценарии на основании опыта, ясно выражая предпосылки принятия логических решений.

«Стратег», который будет воплощен в нескольких вариантах экспертных систем, в первую очередь поступит в распоряжение командующего Тихоокеанским флотом и его штаба. Эта система позволит составлять донесения о состоянии флота и планировать его деятельность. Они будут использоваться в составе автоматизированной системы управления для командного пункта флота, в котором в нормальной обстановке действует личный состав из 20—40 офицеров, а в критических ситуациях объем поступающих данных возрастает в 10 раз, что требует их круглосуточной обработки.

Экспертная система ФРЕШ позволит оценивать в реальном масштабе времени готовность боевых групп и групп надводных кораблей, основываясь на базовом массиве памяти и данных, поступающих от различных подразделений флота. Система позволит также выдавать рекомендации по комплектованию сил и средств для решения конкретных задач или оценивать последствия изменений в поставленных задачах кораблям в ходе боевых действий, причем благодаря экспертной системе время такой оценки сократится с 10 до 0,5 ч. Практическое использование этой и других экспертных систем будет осуществляться в автоматизированной системе управления с помощью обычного языка со словарем примерно из 20 тыс. слов, включая идиомы, военно-морскую терминологию, собственные имена и географические названия.

Для командиров авианосцев в университете Карнеги-Меллона разрабатывается экспертная система предварительной оценки обстановки, а фирма Computer конструирует графический индикатор, испытания которого намечены были еще в 1986 г. Проводить их предполагалось с борта корабля с ручным вводом данных об обстановке, в том числе координат кораблей и самолетов вероятного противника[1].

Итак, Пентагон хочет иметь военные роботы. «Машины не устают. Они не закрывают глаза, не прячутся под деревьями, когда идет дождь, не болтают с приятелями и не курят тайком», — сказал майор Кеннет Роузе из управления боевой подготовкой американской армии[2]. Действительно, стоящий в дозоре робот всегда будет начеку. В бою он проявит нечеловеческую храбрость. Оставшись один против превосходящих сил противника, он будет драться до последнего. Если поступит команда предпринять атаку без шансов остаться в живых, он не станет колебаться. Роботы — солдаты без страха и усталости.

Тем временем энтузиазм по поводу достоинств «искусственного разума», а также оптимизм, неумеренно выражаемый инициаторами СКИ, оживили дебаты среди профессионалов о безопасности функционирования компьютеров. Совет Ассоциации по вычислительной технике высказал мнение, что надежность компьютерных систем, которые можно квалифицировать как «критические» для безопасности пользователей и окружающих (в частности, систем, используемых на воздушном или наземном транспорте при высоких скоростях, военных систем контроля, атаки или обороны, систем лечения или постановки диагноза), должна стать предметом публичной дискуссии. По этим же причинам группа «Общественная ответственность специалистов

[1] U. S. News & World Report, 1985, Aug. 26; Stefic M., op. cit., p. 692—693.
[2] Newsday, 1987, Feb. 2.

по вычислительной технике» осудила план СКИ[1].

Что ж, «искусственный разум», который готовится вести войну, может стать опасен.

«Плыл под грифом «Секретно» по волнам науки,
Генеральный конструктор
тебе потакал, —
И отбился от рук ты...»[2]

«Серебряная пуля»

Величьем выше мы
народов или королей.
Редьярд Киплинг
Секрет машин

Вера многих американцев в «серебряную пулю», т. е. в технологию, способную обеспечить стране военное превосходство, способствует появлению все более амбициозных проектов, разрабатываемых инженерами УППНИР. В связи с этим возникает ряд вопросов, которые требуется обсудить.

Вопрос первый: имеет ли стратегическая компьютерная инициатива технический смысл? Здесь ответ безусловно положителен — смысл имеет. Исследовательские императивы СКИ лежат в областях, в которых уже достигнуто существенное техническое продвижение и просматривается множество возможностей для новых приложений. Ориентиры проекта в отношении микроэлектроники, архитектуры ЭВМ и искусственного интеллекта во всяком случае не противоречат здравому научному смыслу. И вместе с тем существуют проблемы в части детализации и сроков проекта. В определенной степени эти проблемы обусловлены естественными трудностями, всегда сопутствующими долговременному планированию в условиях быстроменяющейся технологии.

В поисковых исследовательских проектах УППНИР обычно не устанавливает промежуточные сроки для достижения тех или иных целей. Исключением была начатая в 1972 г. пятилетняя научная программа разработки голосового человеко-машинного интерфейса[1]. Поскольку в планах СКИ тоже обозначены некоторые вехи с указанием сроков, интересно вспомнить о трудностях, вызванных этим обстоятельством в том давнем проекте. Некоторые из них прямо обусловлены противоречием между спецификой поисковой работы и стилем программ усовершенствования новой техники.

Одна из проблем состоит в том, что формулирование конкретных целей и фиксирование сроков приводят к необходимости оценки программы в зависимости от того, достигаются ли эти цели в указанные сроки или нет. В проекте речевой связи с компьютером цели были сформулированы УППНИР как и в СКИ весьма конкретно: размеры словаря, типы задач и т. д. Когда задавались эксплуатационные характеристики, никто реально не представлял себе, где именно и в чем придется столкнуться с техническими трудностями. Проектанты просто высказывали свои соображения о том, что могло бы быть полезным для решения поставленной задачи. В результате именно эти соображения резко ограничили весь проект, превратив его в заурядную программу развития вместо поиска на грани технически возможного.

Другая проблема связана с тем, что конкретные цели как бы задают способ их достижения. В проекте речевого интерфейса молчаливо предполагалось, что параметров звукового сигнала в принципе недостаточно для распознавания команды. Поэтому особое внимание было уделено синтаксическим, семантическим и прагматическим аспектам информационных сигналов. Установление конкретных целей увело исследователей в сторону от тщательного анализа акустического сигнала. Сегодня ситуация изменилась и обнаружено, что именно в этой области существуют некоторые закономерности, являющиеся ключевыми для интерпретации речевого сигнала. В СКИ конкретный стиль формулирования промежуточных задач (указывается требуемое количество процессо-

---

[1] Monde Diplomatique, 1985, Sept.

[2] Высоцкий В. Я еще не в угаре... // Высоцкий В. Четыре четверти пути. — М., 1988. — С. 207.

[1] Stefic M., op. cit., p. 698.

ров, объем памяти, быстродействие и т. п.) может сыграть такую же «ограничительную» или «уводящую в сторону» роль. Кроме того, некоторые понятия, используемые в проекте, достаточно размыты, существуют различия в их трактовке, и если задать точные количественные требования к соответствующим параметрам, это искусственно упростит дело. Если такие числовые оценки будут восприняты слишком серьезно, это может существенно повлиять на весь ход программы.

Вопрос второй: управляем ли проект СКИ и как оценивать его успехи? Руководство проектом в огромной степени зависит от его финансирования. Фонды на поисковые исследовательские проекты выделяются конгрессом США. Обычно УППНИР получало около 21 млн. долл. в год на исследования по искусственному интеллекту[1]. Чтобы суметь ответить на японский вызов в области создания ЭВМ пятого поколения, нужны существенно большие суммы. Если бы УППНИР просто потребовало увеличить дотации на исследовательские работы, оно получило бы в ответ рекомендацию изменить приоритеты разрабатываемых тем и перераспределить имеющиеся деньги. УППНИР предпочло назвать СКИ «продвинутым проектом развития».

Эти финансовые сложности в сочетании со сформулированными целями и графиком их достижения, вероятно, потребуют динамичного изменения планов и перераспределения усилий. И проблема заключается в том, что именно руководители программы будут корректировать планы и оценивать успехи. Кроме того, имеются некоторые противоречия между теми, кто торопится побыстрее достигнуть целей любыми средствами, и теми, кто хочет подвести под создаваемые системы надежные научные основы.

При изучении путей выхода из сложностей этой ситуации эксперты исходят из того, что основная цель СКИ — подготовить технологическую и техническую основу для создания искусственного разума. Это более важно, нежели любое частное приложение. Имея это в виду, говорят о трех элементах обеспечения успеха СКИ:

1. Разделение программы на фазы.

Десятилетний срок слишком велик для детального планирования в столь сложной области техники. УППНИР должно пересматривать цели и направления СКИ с учетом достигнутых результатов по прошествии периода 3—5 лет.

2. Постепенный отказ от установления ориентиров.

Такие ориентиры можно устанавливать только для тех разделов проекта, которые технически прогнозируемы. Устанавливая же их для всей СКИ, УППНИР сужает возможности программы. По мере того как первые, относительно легкие цели будут достигнуты, эта проблема приобретает особую остроту. В каких разделах проекта следует отказаться от ориентиров, а в каких они целесообразны, должны решить научные эксперты.

3. Развитие компьютерных сетей.

Такие сети относятся к эффективным средствам коммуникации для экспериментов с новой техникой и базами знаний. Они обеспечивают, особенно если включают в себя суперкомпьютеры, быстрое продвижение вперед в научных исследованиях.

Перейдем к третьему вопросу: СКИ — многообещающая или много обещающая инициатива? За годы исследований по искусственному интеллекту не раз делались впечатляющие прогнозы по поводу роста возможностей ЭВМ. Эти прогнозы иногда необдуманно вводились в конкретные технические проекты, что в конечном счете приводило к серьезным разочарованиям. Некоторые критики СКИ предполагают, что и УППНИР обещает больше, чем может дать в действительности. А следствием этого может быть потеря кредитоспособности информатики и компьютерной технологии и разработки военной доктрины, основанной на нереалистических ожиданиях.

Предполагать, что военные верят всему, что читают о СКИ, — значит

[1] Stefic M., op. cit., p. 699.

считать их чересчур легковерными. На самом деле любая техническая новинка имеет в военно-промышленном комплексе и сторонников, и противников. В то время как часть военных ощущает необходимость совершенствования новых технологий, технически консервативный сектор военного истеблишмента относится к этим новациям с крайним недоверием. Слишком часто новая техника отказывает в самых неожиданных ситуациях. Наиболее часто упоминаемый пример — катастрофа усовершенствованного американского вертолета в Иране в ходе попыток освобождения американских заложников. Поэтому вряд ли какие-либо разработки, выполненные в рамках СКИ, будут поставлены на вооружение без многолетних комплексных испытаний. Хотя в проектах СКИ говорится о военном применении, армия смотрит на разрабатываемые образцы скорее как на исследовательские прототипы, нежели как на готовые изделия.

С другой стороны, новейшая техника время от времени преподносит приятные сюрпризы и начинает работать на качественно новом уровне. Здравый смысл подсказывает, что в условиях сильной неопределенности пари лучше не заключать. Исследования УППНИР — одно из таких пари.

Четвертый вопрос: является ли СКИ частью стратегической оборонной инициативы? Поскольку система стратегической обороны должна будет функционировать полностью автоматически под контролем сети компьютерных программ, то хотя формально СКИ не является элементом СОИ, но без техники, разрабатываемой в рамках СКИ, не может быть и речи о сколько-нибудь надежной стратегической обороне[1].

Вопрос пятый: является ли СКИ частью ядерной обороны? Ни один из проектов СКИ не связан напрямую с применением ядерного оружия. Однако УППНИР высказывается за массовое внедрение искусственного разума как общего средства принятия военных решений и предлагает распространить этот процесс на контроль за стратегическими ядерными ракетами. Существует точка зрения, что экспертные компьютерные системы могут практически полностью заменить людей при принятии решений в критических ситуациях[1].

Шестой вопрос: нарушает ли СКИ стратегическую стабильность? Военные средства искусственного интеллекта относят, как правило, к обычному оружию. Но хотя военные стратеги выражают энтузиазм по поводу роботов, которые могут дать возможность людям оставаться в «безопасных» зонах командования и управления боем за линией фронта, некоторые другие специалисты не видят особых поводов для торжества. Они обеспокоены тем, что разработка роботов, а тем более компьютерных командующих, будет означать продолжение гонки вооружений. В условиях начавшегося включения средств искусственного интеллекта в системы вооружений и управления войсками сохранение стабильности, определенности, устойчивости военно-политической обстановки оказалось под вопросом[2].

Джозеф Энглбергер, который в 1962 г. основал первую промышленную робототехническую компанию «Юнимейшн», заявил, что он не хочет заниматься военной робототехникой, так как считает, что другие страны будут создавать контрроботов, тем самым вновь ставя под удар людей. «Предположим, что, прежде чем у нас будут военные роботы, мы соберемся с русскими и скажем: «Давайте договоримся не использовать их в вооруженных силах?» — сказал он. — Разве это не будет проще?»[3]. В каком-то

[1] См. подробнее: Батурин Ю. М. Право и политика в компьютерном круге. — М., 1987. — С. 63—72.

[1] См. подробнее: Батурин Ю. М. Право и политика в компьютерном круге. — М., 1987. — С. 80.

[2] См. подробнее: Кочетков Г., Сергеев В. Искусственный интеллект и проблемы стратегической стабильности // Мировая экономика и международные отношения. — 1987. — № 9. — С. 70—74.

[3] Newsday, 1987, Feb. 2.

смысле говорить об этом уже поздно. Автоматические боевые машины давно применяются. Крылатые ракеты, небольшие беспилотные реактивные самолеты, летящие в режиме следования рельефу местности, и изощренные компьютеры для доставки боеголовок к целям в глубоком тылу противника развернуты на бомбардировщиках B-52. Межконтинентальные баллистические ракеты, существующие уже много лет, — это прабабушки роботов.

Наконец, еще один вопрос юридического характера: какая система норм будет заложена в интеллектуальные системы управления сложными комплексами вооружений? Поскольку с разработкой передовых информационных технологий создан новый канал функционирования социальных норм в виде программного продукта, появилась и возможность отчуждать их в память, в базы знаний машин. Это задача не столько техническая, как иногда пытаются изобразить, а огромной важности политическая, этическая и главным образом юридическая. Говоря о военной технике, созданной в рамках СКИ, мы сталкиваемся с удивительной правовой дилеммой: либо существенно ограничить военное ее применение, либо перейти к нормативному регулированию поведения систем с искусственным интеллектом, разрабатывая нечто подобное законам робототехники А. Азимова[1].

Первый из его законов «роботехники» гласит: «Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку, был причинен вред». Но:

«Иногда недоверие точит:
Вдруг не все мне машина отдаст,
Вдруг она засбоит, не захочет
Из-под палки работать на нас!

. . . .

Как узнаешь в ангаре,
кто — раб, кто — король»[2].

[1] См.: Азимов А. Я, робот // Библиотека приключений. — Т. 16. — М., 1969. — С. 386—387.

[2] Высоцкий В. Я еще не в угаре... // Высоцкий В. Четыре четверти пути. — М., 1988. — С. 206—207.

Вызов принят, или Кто за чем бежит

Ты не хотел бы связаться
со своим приятелем через
полмира?
Он ответил? А ему-то ты
нужен?
Редьярд Киплинг
Секрет машин

За новшествами в компьютерной промышленности скрывается принципиальное изменение в технологии, придающее новый облик всей этой отрасли. Ученые и инженеры сейчас озабочены сотнями важнейших проблем, которые ни один компьютер не в состоянии решить; сотни других требуют от исследователя, чтобы он посвятил всю свою жизнь поискам решения одной из них. Но перейдя на следующую ступень компьютерной мощности, наука значительно легче сможет находить решения, которые будут приводить к созданию более совершенных конструкций автомобильных двигателей и самолетов, более прочных сплавов и более эффективных лекарственных препаратов. Решение проблемы термоядерного синтеза, по всей вероятности, зависит от того, удастся ли увеличить мощность компьютеров, и то же самое, возможно, относится к лечению рака с помощью биотехнологии. «Это будет намного важнее промышленной революции, — считает Майкл Дертоузос, директор лаборатории информатики в Массачусетсском технологическом институте. — Суперкомпьютеры служат ключом к новым знаниям и основой технологического прогресса»[1].

До начала 80-х годов суперкомпьютеры выпускались только американскими фирмами. Начав с 1 января 1982 г. проект «Вычислительная техника для науки и техники», который должен завершиться 31 марта 1990 г. (какова точность?!) созданием собственных машин данного класса, Япония «бросила перчатку» США на наиболее сложном и престижном направлении компьютерной техники.

[1] Business Week, 1985, Aug. 26.

Двумя месяцами раньше Япония сделала еще одну ставку — на компьютеры пятого поколения. Специально организованный для этого Институт нового поколения компьютерной техники (ИНПКТ) провел 19—22 октября 1981 г. в Токио первую международную конференцию, посвященную новому типу ЭВМ. На конференции были подробно представлены цели проекта, планы его разработки, сроки, намечаемые пути решения отдельных задач. На ней было признано японское лидерство в данной области. Международная научная общественность стала тогда ожидать реакции американских «гигантов» типа IBM. Однако вызов приняли американские военные, предложив программу СКИ.

Таким образом, японо-американское соперничество пошло по двум линиям — суперкомпьютеры и компьютеры пятого поколения, но оба направления тесно связаны друг с другом. Для иллюстрации упомянем предложенную фирмой IBM к продаже экспертную систему «Иписл», предназначенную для исправления стилевых и грамматических ошибок в устной речи и письменных материалах. Чтобы проанализировать единственное предложение на английском языке, система «Иписл» просматривает 20 млн. инструкций, хранящихся в ее памяти, и этот пример наглядно подтверждает необходимость разработки ЭВМ повышенной мощности и быстродействия для создания систем искусственного интеллекта[1]. Поэтому министерство обороны США заинтересовано в применении суперкомпьютеров для создания систем искусственного интеллекта.

Ситуация в области разработки суперкомпьютеров такова. В Японии инициатором и основным руководящим органом программы является правительство в лице Агентства по промышленной науке и технике, входящего в состав министерства внешней торговли и промышленности (МВТП). Обсуждение проблемы началось в 1980 г. Основной трудностью было определение конкретной величины быстродействия, на которую следовало бы ориентировать разработчиков. Сформированная МВТП специальная группа косультантов пришла к выводу, что через 10 лет понадобится компьютер с быстродействием в 10 млрд. операций в секунду. Последовавшие после этого обсуждения, проведенные учеными и представителями компьютерных фирм, показали, что эта цель реальная (в то время наиболее быстродействующие машины общего назначения могли производить лишь до 10 млн. операций в секунду). Правительство выделило на осуществление программы 23 млрд. иен (около 100 млн. долл.). Основной объем исследовательских работ выполняется в государственной электротехнической лаборатории в Цукуба. В программе принимают участие шесть ведущих компаний — таких, как «Хитачи», «Мицубиси», «Тошиба» и др., — создавших с этой целью консорциум «Ассоциация исследований по вычислительной технике». Хотя информация о промежуточных результатах не публикуется, специалисты не сомневаются, что поставленная цель будет достигнута[1].

В США работы по созданию суперкомпьютеров финансируются Национальным научным фондом (ННФ), министерством энергетики и министерством обороны. К характерной особенности программы производства суперкомпьютеров в США относится создание коммуникационной сети, которая позволит более чем 100 организациям по всей стране подключаться к 10 национальным центрам супер-ЭВМ (их планируется создать к 1990 г.). Ученые даже надеются найти способы

---

[1] New scientist, 1984, vol. 104, № 1430, p. 18—21.

[1] См. подробнее: Авдулов А. Н. Японские национальные программы, разработки новой вычислительной техники (обзор) // Исследования и разработки в области информационной техники и технологии: основные проблемы и тенденции. — М.: ИНИОН, 1987. — С. 79—82; Авдулов А. Н. Исследования и разработки в области информационной техники и технологии: состояние и перспективы (Япония). Научно-аналитический обзор. — М.: ИНИОН, 1987. — С. 56—59.

предоставить персональным компьютерам возможность «разговаривать» с суперкомпьютерами. Изготовители суперкомпьютеров видят в этих центрах витрины для своих систем и способ мобилизовать талантливых людей в университетах, которые помогут сделать оборудование более простым в употреблении. К концу десятилетия на эту программу будет израсходовано в общей сложности 469 млн. долл.[1]

Чтобы создать «мозг» для завтрашнего хитроумного оружия, УППНИР хочет добиться в начале 90-х годов быстродействия ЭВМ в 1 трлн. операций в секунду. Это намного больше 10 млрд. операций, которые наметило своей целью МВТП Японии. Пока рекордная скорость суперкомпьютера «Крей-2» составляет 1,2 млрд. операций с плавающей запятой (ОПЗ) в секунду. Принстонский суперкомьютерный центр, эксплуатируемый консорциумом из 12 организаций, собирается заменить свою машину «Сайбер-205» машиной «И-Ти-Эй-10». Этот новый суперкомпьютер будет работать в несколько раз быстрее машины «Крей-2». Однако новая ЭВМ «Крей-3», выполняемая на базе арсенид-галлиевых микросхем, по расчетам, обеспечит производительность 10 млрд. операций с плавающей запятой в секунду. Министерство обороны заинтересовано прежде всего в применении суперкомпьютеров для создания систем искусственного интеллекта, но как оно собирается достигнуть производительности ЭВМ в 1 трлн. операций в секунду, пока неясно. Между ННФ и УППНИР не отрегулирован вопрос о разделении научных задач, хотя эти ведомства и информируют друг друга о своих научно-исследовательских программах[2].

На этом фоне и происходит гонка между Японией и США в деле создания компьютерной техники пятого поколения. Японская программа рассчитана на 10 лет (1982—1992 гг.), общая стоимость ее оценивается в 1—1,5 млрд. долл. На первые пять лет было выделено 450 млн. долл[1]. Эти показатели примерно соответствуют аналогичным показателям СКИ. Финансирование осуществляется японским правительством совместно с восемью частными фирмами — участниками проекта.

Цель программы состоит в переводе всей вычислительной техники в целом на качественно новую ступень. Сегодня вычисления ЭВМ рассматриваются как обработка данных. При этом обрабатываются абстрактные информационные единицы, которые машина может хранить в памяти и которыми она может манипулировать. Сами по себе они представляют какие-то факты, сообщения, числа без какого-либо контекста. Знание — это то, что делает эти данные полезными и придает им смысл. К примеру, слова «пятое поколение ЭВМ» остаются просто некоторыми данными до тех пор, пока вследствие наших знаний они не начинают ассоциироваться с элементной базой, основанной на арсенид-галлиевых микросхемах, с использованием переходов Джозефсона, параллельной обработкой данных и т. п. Главное отличие компьютеров пятого поколения от более ранних вычислительных систем состоит в том, что у них основным обрабатываемым элементом будут знания, а не информация.

Японская программа создания потенциально «разумных» ЭВМ уже приносит ощутимые результаты. Первым был выпущен «генератор логических выводов» — компьютер, способный совершать 30 тыс. логических операций в секунду. Вскоре в Токио было продемонстрировано устройство, способное выдавать 200 тыс. логических выводов в секунду. (Логический вывод — базовая единица системы искусственного интеллекта.)

---

[1] Business Week, 1985, Sept. 2.

[2] Business Week, 1985, Aug. 26, Sept. 2; Financial Times, 1986, Dec. 5.

[1] Авдулов А. Н. Японские национальные программы разработки новой вычислительной техники (обзор). — С. 84; Авдулов А. Н. Исследования и разработки в области информационной техники и технологии: состояние и перспективы (Япония). — С. 59.

Такого рода устройство в виде приставки к обычной ЭВМ уже появилось в продаже. Оно снабжено синтезатором речи, устройством для ввода текстового материала на японском языке и высокоточным графопостроителем. При демонстрации за минимальное число ходов было найдено решение для головоломки, имевшей 362 880 начальных комбинаций. Особенно сильное впечатление на специалистов устройство произвело после того, как создало и исполнило на электронном органе четырехтоновую мелодию на заданную тему.

Основная ценность приставки заключается в используемом ею математическом обеспечении. Для периферийных устройств оно написано на языке низкого уровня. А системная, объектно ориентированная часть матобеспечения использует язык высокого уровня, облегчающий работу программиста. Эта система предоставляет ему средства для логического программирования с помощью так называемых табло и окон. Табло — это выводимая на экран дисплея информация о решаемой в данный момент задаче, а окна позволяют разделить экран дисплея на отдельные рабочие области. Обе эти возможности широко применяются в новейших разработках.

В целом компьютеры пятого поколения в соответствии с концепцией ИНПКТ представляют собой многоцелевую систему переработки смысловой информации, опирающуюся на новое математическое обеспечение и выполняющую три основные функции:

1) решение логических задач и выдача заключений;

2) управление базой знаний;

3) «разумное» общение с пользователем посредством устной речи, письменных документов, изображений.

Эта общая задача распадается на 26 отдельных проектов, охватывающих проблемы новых типов архитектуры машин, программного обеспечения, периферийных устройств, элементной базы.

Возможно, что в 1992 г., когда появится японский компьютер пятого поколения, специалисты обнаружат в нем массу недостатков. Во-первых, это едва ли будет по-настоящему универсальная «думающая» машина, как того ожидают оптимисты. С самого начала могут возникнуть затруднения из-за неотработанного в должной мере математического обеспечения. Кроме того, могут обнаружиться конструктивные промахи. Тем не менее ЭВМ пятого поколения станет громадным шагом вперед, сравнимым разве что с рывком 50-х годов, когда первые ЭВМ были выброшены на рынок[1].

С научно-технической точки зрения СКИ и программа создания компьютерной техники ИНПКТ имеют сопоставимый характер. Наличие общих черт, видимо, объясняется сходными оценками современных технических и технологических возможностей. В обоих проектах усилия ученых и разработчиков концентрируются на нескольких основных направлениях. Это разработка новой элементной базы, новой компьютерной архитектуры, совершенствование систем программного обеспечения и разработка искусственного интеллекта.

И министерство обороны США и МВТП Японии финансируют крупномасштабные работы по созданию ЭВМ с развитыми логическими функциями и большим быстродействием. МВТП берет на себя почти треть всех затрат, связанных с разработкой сверхбольших интегральных схем, и Пентагон ассигновал 300 млн. долл. на программу в этой же области. МВТП разработало и выполняет научно-исследовательскую программу в области волоконно-оптической технологии, оцененную в 30 млн. долл., и министерство обороны США ежегодно вкладывает около 40 млн. долл. на исследовательские разработки в этой области. На общее сходство бюджетов внимание уже обращалось.

[1]См. подробнее: Авдулов А. Н. Японские национальные программы разработки новой вычислительной техники (обзор). С. 82—98; Авдулов А. Н. Исследования и разработки в области информационной техники и технологии: состояние и перспективы (Япония). — С. 59—64; За рубежом. — 1985. — № 35. — С. 20—21.

Однако обе программы имеют и существенные отличия. Если японский проект нацелен непосредственно на разработку техники гражданского назначения, то задачи, поставленные в рамках СКИ, носят главным образом военный характер. Япония не проводила и пока не проводит сколько-нибудь масштабных исследований военного характера. На протяжении 70-х годов расходы на военные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки Японии не превышали 1% от общей суммы оборонного бюджета, в то время как в США они достигали 10,3% общего военного бюджета. Даже если этот 1% в настоящее время уже превышен, доля военных расходов в общем бюджете правительства Японии находится на очень низком уровне по сравнению с США[1]. (Сопоставимость гражданско- и военно-ориентированной программы двух стран наталкивает также на вывод о близости компьютерной техники пятого поколения военного и гражданского назначения и, следовательно, осуществимости процесса передачи технологии.)

Второе отличие состоит в уровнях осуществления. Если отсчитывать уровни сверху вниз, они будут выглядеть так:

1. Прикладные системы.
2. Выполнение «разумных» функций (понимание, речь, распознавание).
3. Способы представления знаний и языки программирования.
4. Архитектура ЭВМ.

СКИ ориентирована на продвижение одновременно на всех уровнях, в то время как японская программа фокусируется на третьем и в меньшей степени на четвертом уровне. Работ же первых двух уровней относительно мало.

Сильная сторона японской программы состоит в том, что в ней не делается попыток детализировать план более чем на 3-4 года вперед. В то же время регулярные оценки сделанного позволяют постоянно уточнять проект. Сильная сторона СКИ — попытка использовать коммуникационные сети для формирования междисциплинарного сообщества исследователей.

Хотя основными соперниками и лидерами в гонке к пятому поколению машин продолжают оставаться США и Япония, нельзя не упомянуть и их западноевропейских конкурентов.

В 1982 г. Великобритания выдвинула программу национального перехода к разработке принципиально новой компьютерной техники. Реализация этой программы, названной «Элви», началась в 1983 г. На первые 5 лет ее осуществления ассигновано 350 млн. фунтов стерлингов. Всего предусматривается осуществление 93 проектов, 39 из которых должны были выполнить британские университеты. Наряду с созданием компьютеров пятого поколения целью Великобритании является лидерство в области программного обеспечения, так как именно программное обеспечение — наиболее узкое место современной стадии компьютерной революции. Для достижения этой цели программой «Элви» предусматривается достижение высокой степени автоматизации проектирования компьютерных систем. Ввод в действие соответствующих производств намечен на 1989 г. Другим важным направлением программы «Элви» является разработка процессора, воспринимающего естественный язык (человекомашинный интерфейс). Словарный запас такого процессора будет составлять 5 тыс. слов. Третье важное направление — разработка чипов с 10 млн. компонентов.

Во всех этих разработках в первую очередь, как и в США, заинтересованы военные организации, от которых и поступает большая часть средств на реализацию различных проектов в рамках программы «Элви».

Надо сказать, что Великобритания обладает мощной базой для разработок в области систем искусственного интеллекта. Имеется хороший задел в области логического программирования, производятся современные ЭВМ, есть техника для распознавания образов. Именно в Великобритании был

---

[1] Алиев Р. Ш.-А. Внешняя политика Японии в 70-х — начале 80-х годов (теория и практика). — М., 1986. — С. 194, 200.

создан транспьютер — высокопроизводительная ЭВМ параллельного типа, создан и язык программирования для транспьютера — ОККАМ.

На год позже британской программы была утверждена программа Европейского сообщества ЭСПРИТ (Европейская стратегическая программа исследований и разработок в области информационной технологии). Первоначально на нее был ассигнован 1 млрд. фунтов стерлингов. Ее конечным результатом должно быть создание к концу текущего десятилетия систем искусственного интеллекта. В целом программа охватывает 110 различных проектов, которые можно сгруппировать в шесть направлений:

1) формирование баз знаний;

2) совершенствование человеко-машинного интерфейса;

3) развитие компьютерного дизайна;

4) автоматизация программирования;

5) совершенствование технологии производства чипов;

6) разработка новой компьютерной архитектуры.

В отличие от СКИ, японской и британской программ ЭСПРИТ охватывает лишь научные исследования и опытно-конструкторские разработки. Получение прикладных и коммерческих результатов потребует дополнительного времени и ассигнований[1].

Интересно, что решение об осуществлении проектов создания компьютерной техники пятого поколения принято в Японии и Великобритании на национальном уровне, программы ЭСПРИТ — на межгосударственном уровне, а СКИ — лишь на уровне министерства обороны США. И тем не менее именно США, по-видимому, пока лидируют в этой гонке. Впрочем, порядок, в котором «стартовали» участники — Япония, США, Великобритания, ЕЭС, — как мы видим, уже нарушен, а как будут разворачиваться события дальше, может предсказать только компьютер пятого поколения. Конечно, многое зависит от того,

[1]Андрианова Т. В. Концепции, истоки, состояние и перспективы информационной технологии в промышленно развитых странах (обзор) // Исследования и разработки в области информационной техники и технологии: основные проблемы и тенденции, — С. 49—51.

Кто за чем бежит

(правда, поэт имел в виду других бегунов)

На дистанции четверка первачей —
Каждый думает, что он-то побойчей,
Каждый думает, что меньше всех устал,
Каждый хочет на высокий пьедестал.

. . . .

Номер первый — рвет подметки, как герой,
Как под гору катит, хочет под горой
Он в победном ореоле и в пылу
Твердой поступью приблизиться к котлу.

. . . .

Номер два — далек от плотских тех утех, —
Он из сытых, он из этих, он из тех.
Он надеется на славу, на успех —
И уж ноги задирает выше всех.

. . . .

Номер третий — убелен и умудрен,
Он всегда второй надежный эшелон...
И назойливо в ушах звенит струна: —
У тебя последний шанс, эх, старина!
Он в азарте, — как мальчишка, как шпана, —
Нужен спурт — иначе крышка и хана!

. . . .

А четвертый, тот что крайний, боковой, —
Так бежит — ни для чего, ни для кого:
То приблизится — мол, пятки оттопчу,
То отстанет, постоит — мол, так хочу...[1]

Итак, пока впереди «стратег» номер второй — СКИ (США).

Стоит ли игра свеч

> Наше прикосновение может изменить все, что создано на Земле.
>
> *Редьярд Киплинг*
> Секрет машин

Невозможно говорить о СКИ, забывая, что разрабатываемая новейшая техника связана с производством, рабочими местами и прибылями корпораций, со слияниями гигантских компаний и изменениями в социальной политике. «Сколь невероятным это ни ка-

[1]Высоцкий В. Кто за чем бежит // Высоцкий В. Четыре четверти пути. — М., 1988. — С. 254—256.

залось бы, при всем сегодняшнем развитии наукоемкая технология достигла лишь подножия той технологической горы, на которую она должна подняться. До сих пор подъем был самой легкой и наименее дорогостоящей частью пути. В определенном смысле мы лишь тренируемся на склоне для начинающих. Несмотря на это, многие альпинисты уже вышли из игры: некоторые, потому что не располагали необходимым снаряжением либо оно оказалось неподходящим, а другие просто выдохлись. Сейчас чипы и роботы готовы к подъему на более трудные склоны горы наукоемкой технологии. Но для этого им необходимо более изощренное снаряжение и гигантские капиталы», — писал Генеральный секретарь Компартии США Гэс Холл[1].

Совокупность исследовательских проектов и программ, получивших название СКИ, как раз и создает то самое изощренное оборудование, которое может «осязать, слышать и видеть», мгновенно осуществлять сложнейшие расчеты, оборудование, которое может «подниматься в гору самостоятельно», оборудование, отдельные части которого могут связываться друг с другом и «подниматься как одна команда». По существу, подъем в одиночку стал почти невозможен. Такое положение дел сегодня поднимает много вопросов о наукоемкой технологии и капитализме. Есть ли предел размерам капитала, который может быть вложен в наукоемкую технологию и все же сохранять эффективность затрат, т. е. приносить прибыль? Практика показывает, что монополии, по крайней мере в некоторых отраслях промышленности, не получают достаточной отдачи. Это одна из причин, по которым в некоторых основных отраслях промышленности замедлился переход на новейшую технологию.

Чтобы создать завод, управляемый роботами, необходимо сконструировать новый завод, создать новый производительный процесс и сам продукт, включая все его детали. Нельзя пользоваться старыми предприятиями с обычным производственным процессом, а переоснащение требует больших капиталов. На существующих предприятиях со старыми производственными процессами можно установить роботы только на отдельных операциях. Монополистический капитал справедливо полагает, что из этого не извлечешь самых высоких прибылей. Хорошую прибыль могут дать полностью роботизированные заводы. Это намного дороже, но именно здесь можно заработать деньги. Например, у IBM есть полностью роботизированное предприятие. Компания сконструировала новую пишущую машинку, причем каждая деталь спроектирована таким образом, чтобы с ней могли управляться роботы. Многие компании таким способом ликвидируют тысячи рабочих мест и далеко не всегда переучивают сотрудников на новые профессии. Их просто увольняют. Эти проблемы новейшей технологии влекут за собой много других вопросов.

Скажем, будет ли продолжаться переход на наукоемкое производство без значительных правительственных капиталовложений? Во всяком случае, корпорации уже требуют правительственных субсидий не только на конструирование, но и на строительство и на новое оборудование. А какое влияние оказывают эти изменения на процесс дальнейшей монополизации? Они ускоряют его. Наукоемкая технология СОИ и СКИ имела прямое отношение к слиянию компаний, к поглощению одних компаний другими. Повлияет ли СКИ (как, впрочем, и СОИ) на государственно-монополистические отношения? По всей видимости, да. Отношения между государством и монополистическим капиталом становятся более тесными, переплетаются еще больше. Сверхкорпорации усилят свой контроль как над политической, так и экономической системой. И государство расширит свое участие в инвестициях в новейшую технологию и в ее применение. Оно будет все больше и больше становиться источником средств на исследовательские работы. Окажет ли наукоемкая технология влияние на безработицу? Окажет. Она увеличит

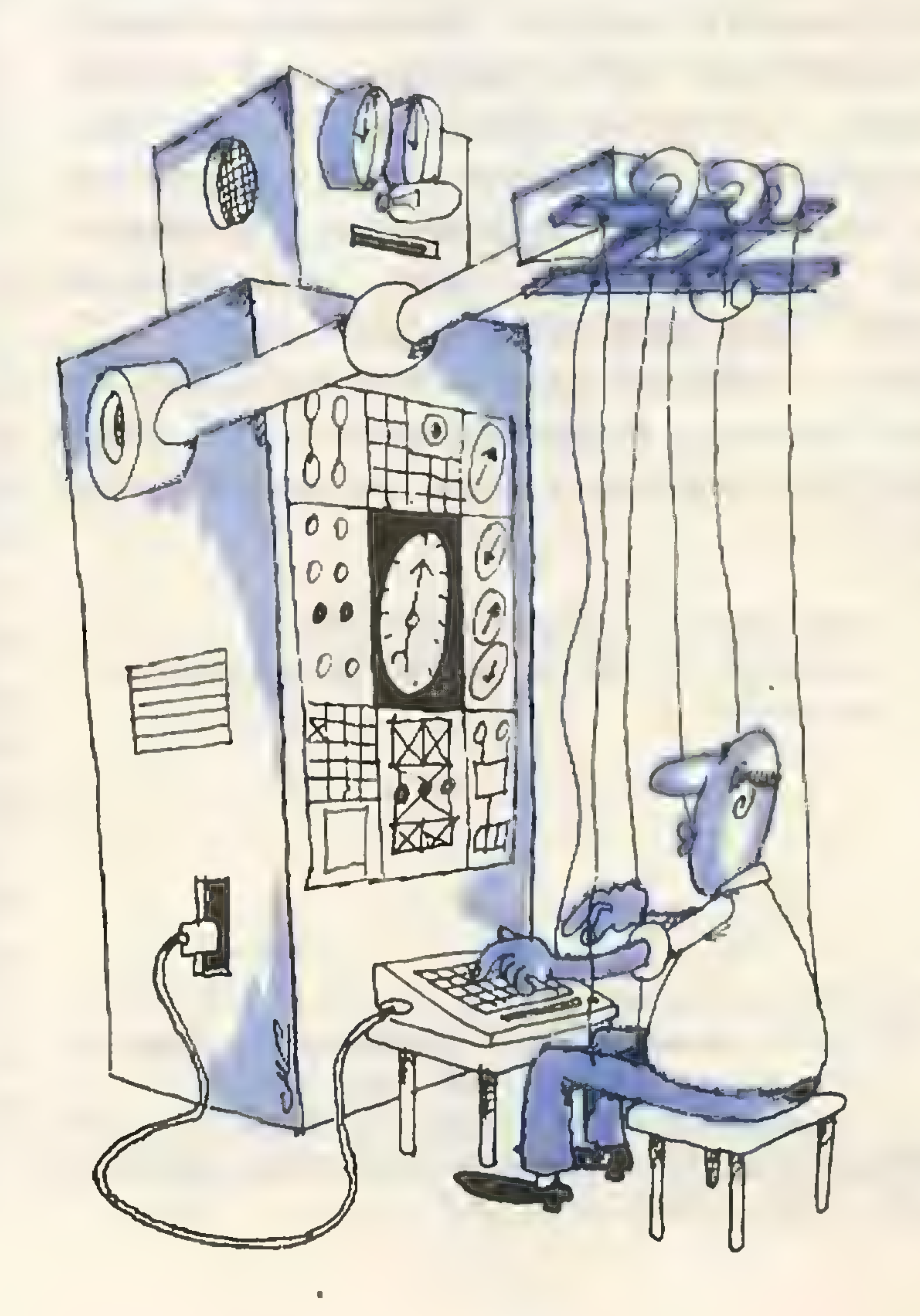
[1] Political Affairs, 1986, Febr.

безработицу. В последнее десятилетие выросла занятость в сфере услуг и связи. Но сейчас новейшая технология быстро наступает на эти рабочие места, особенно в таких областях, как канцелярская работа, бухгалтерское дело, связь.

Производительность труда в секторе услуг, где электронное оборудование должно давать максимальный эффект и где занято почти три четверти всех работающих американцев, очень ненамного выше уровня середины 70-х годов, что объясняется проблемами с освоением новой техники и адаптацией к ней. Отсюда возникают предприятия с потогонной системой труда, оснащенные электроникой. ЭВМ способна делать работу «менее квалифицированной» — иначе говоря, сводить труд к простым повторяющимся операциям. Служащие просто сгорают на работе из-за системы компьютерного слежения. У тех, кто работает с электроникой, легко хронометрировать рабочее время с точностью до тысячной доли секунды, подсчитать все перерывы и телефонные разговоры. Терминалы позволяют контролировать число ударов по клавишам при печатании и редактировании текста. Считается, что все это необходимо для повышения производительности труда. (Заметим, что японцы не делают этого, считая саму идею вредной.) «Мы уже заглянули в будущее, и оно нам очень не нравится» — к такому выводу приходят миллионы американских служащих по мере того, как компьютеры становятся их основным орудием производства.

СКИ и наукоемкая технология вообще оказывают все большее воздействие на финансовый капитал. Растущие издержки производства являются причиной относительно высоких процентных ставок. Это оказывает все большее влияние на классовые отношения, на классовую борьбу, на степень эксплуатации. Это придает новый смысл проблеме отчуждения, отношения рабочего к производству. Растет ощущение, что не рабочие управляют машинами, а машины рабочими. У рабочих остается все меньше и меньше средств контроля над процессом труда. Рабочие становятся как бы компьютеризованными. Каждую секунду своего рабочего дня они находятся под наблюдением компьютера. Они все больше превращаются в неотъемлемую часть компьютеризованной системы. Это дегуманизирует рабочее место и вызывает все более глубокое отчуждение.

Меняется роль среднего управленческого персонала и «белых воротничков». Многие из их рабочих мест ликвидируются, тем самым меняется и классовый статус этих людей. Например, появилась новая категория людей, занимающих промежуточное положение между интеллектуалами и производственными рабочими. С экономической точки зрения они стоят между бедными и зажиточными, но их идеалы никоим образом нельзя назвать идеалами среднего класса. Статус этой новой группы американцев не совсем ясен. Ей пытаются дать определение, хватаясь за такие ярлыки, как «новые воротнички», «забытые белые воротнички» или «подсиненные воротнички». Конечно, ярлыки есть ярлыки. Но история показывает, что они могут оказать глубокое влияние на ход событий. В США, стране многих национальностей, американцы наклеивали друг



другу ярлыки, используя различия между этническими группами, в политических взглядах, в экономическом статусе еще со времен революции. Сегодня этот слой привлекает внимание хотя бы потому, что на него приходится 57% операторов ЭВМ и 63% техников[1].

Все более широкое внедрение электроники делает как никогда возможным вмешательство в личную жизнь служащих. Современная вычислительная техника позволяет выбирать из записанных телефонных разговоров определенные ключевые фразы. По мере усовершенствования технологии распознавания голоса (кстати, одно из исследовательских направлений СКИ) эти же средства можно будет использовать и для контроля за личными разговорами сотрудников. Но почему бы не заглянуть и прямо в мозг? Исследовательский центр одной из компаний в Питтсбурге (США) уже около четырех лет изучает системы, предназначенные для анализа психического состояния работников, занятых на таких сложных операциях, как авиадиспетчерская служба, особое внимание обращая на так называемую извилину П-300 — потенциальную детерминанту уровня привлекательности и обработки интеллектуальной информации. Согласно планам на голову принимаемого на работу будет надеваться шлем типа хоккейного, оснащенный электродами для улавливания волн[2]. Это уже прямо-таки «СКИ — в быт», особенно если вспомнить, что такие системы разрабатывают ВВС США для сканирования волн от мозга пилота.

«Они знали — игра стоит свеч.
А теперь — что ж сигналить рекламным щитам?!»[3]

[1] U. S. News & World Report, 1985, Sept, 16.
[2] Wachington Post, 1988, Jan, 3.
[3] Высоцкий В. Песня о двух красивых автомобилях // Высоцкий В. Четыре четверти пути. — М., 1988. — С. 211.

Закон машин

Но запомни, будь добр,
нашей жизни Закон:
Мы так сделаны, что не
способны на ложь,
Ни любить мы не можем,
ни жалеть, ни прощать.
Если ты, управляя,
ошибся — умрешь!
Редьярд Киплинг
Секрет машин

Некоторые энтузиасты военных роботов предвидят наступление такого времени, когда солдаты-люди окажутся в меньшинстве среди орд «оловянных солдатиков» на компьютерах. В докладе Военного колледжа армии США предсказывается, что роботы будут руководить завтрашними войсками на всех этапах — от призыва до увольнения в запас[1]. В самом деле, думающие машины могут заменить генералов с таким же успехом, что и рядовых. У них есть «глаза», «уши», «голос» и «мозг». Они видят сквозь тучи и туман. Они слышат звуки и понимают электронные сигналы. Они знают, куда надо наносить удар и когда именно это сделать. «Потенциал поистине безграничен, — сказал Джерри Лейн, исполняющий обязанности начальника группы робототехники командования бронетанковых частей. — В конце концов можно представить себе робототехнические системы оружия, которые будут воевать против таких же робототехнических систем»[2].

Подобные картины хотя и поражают воображение, но ставят немало вопросов о надежности военного «искусственного разума», возникающих не только у американцев, но и у их союзников. «Конечно, это не совсем умный способ использовать «умное» оружие, — комментирует Альбрехт фон Мюллер, директор Центра оборонных исследований Института им. Макса Планка (ФРГ). — Оно требует технологии необычайной сложности, и следовательно, ненадежной»[3]. Показателен пример с фрегатом «Старк», который недавно был поражен ракетой в Пер-

[1] Pacific News Service, 1984, Oct.
[2] Newsday, 1987, Feb. 2.
[3] L 'Espresso, 1987, 19, IV.

сидском заливе. Корабль был начинен лучшей противоракетной техникой, но она не сработала, и корабль превратился в легкую добычу. Стоит взглянуть на компьютеризованную армию как на фрегат «Старк», но только в гораздо более широком масштабе. Компьютеры не только думают быстрее людей, они также и быстрее делают ошибки.

Герой фильма «Короткое замыкание» американского режиссера Джона Бэдхэма — военный робот, стальной морской пехотинец, способный управлять смертоносным оружием и наносить огневые удары неслыханной силы. Он умеет бегать, преодолевать препятствия, сражаться как настоящий десантник — словом, реализованный проект СКИ. Конструкторы вовсе не собирались закладывать в роботы законы А. Азимова. Его «нормативная программа» стала следствием короткого замыкания в результате удара молнии. И робот в отличие от киплинговских машин приобретает новые черты — способность сострадать, жалеть, любить. Но это — милая сказка. Реальность более жестока. Когда японский рабочий Кенди Урава нажал не на ту кнопку промышленного робота, тот убил его[1]. А какой будет «характер» у роботов военных?

Четверть века назад «отец» кибернетики Норберт Винер обсуждал в одном из интервью тему, которая сегодня стала программой УППНИР:

«**Вопрос.** Д-р Винер, необходимо ли сегодня использование вычислительных машин для военных решений?

Ответ. Да, и они могут быть использованы весьма неразумно. Я не сомневаюсь, что проблема того, когда нажать «большую кнопку», трактуется сейчас с точки зрения обучающихся машин. Я был бы очень удивлен, если бы дело обстояло иначе, ведь это ходовые идеи. Вы знаете: «Пусть делает Железный Майкл!»

Но давайте рассмотрим это чуть поподробнее. Как учатся солдаты своему ремеслу? Посредством военных игр. Веками они упражнялись в играх на карте. Прекрасно! Если вы располагаете некоторым формальным критерием, определяющим, что значит выиграть войну, вы можете заниматься такими играми. Но вам не мешало бы удостовериться, что ваш критерий есть то, что вы действительно хотите, а не некая формализация желаемого...

Вопрос. Существует ли тенденция к программированию такого рода?

Ответ. Тенденция в этом направлении существует, и эта глупость верхов меня поражает. Автомат обладает свойством, которым некогда наделяли магию. Он может дать вам то, что вы просите, но не скажет вам, чего просить...

Вопрос. Как вы думаете, возможно ли для машин объявить войну и обречь все человечество?

Ответ. Если мы позволим им. Разумеется, они не объявят войну, если мы заранее не настроим их на это»[1].

Думается, выход за пределы гражданской части СКИ, в сферу военных приложений есть как раз настройка компьютеров на опасные последствия. Но к искусственному интеллекту стоит относиться серьезнее:

«Вот решает он: стоит — не стоит
Из-под палки работать на нас»[2].

---

[1] Japan Times Weekly, 1981, Dec. 26.

[1] Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. — М., 1983. — С. 325—326.

[2] Высоцкий В. Я еще не в угаре... // Высоцкий В. Четыре четверти пути. — М., 1988. — С. 207.

Нам пишут

На письмо читателя О. Н. Григорова (опубликовано в выпуске «Универсальный язык — возможно ли это?», 1988, № 8) отвечает заместитель начальника Главного управления ГКВТИ СССР Г. А. Алексеев.

Уважаемый тов. редактор!

В одной из серий «Вычислительная техника и ее применение» было опубликовано письмо читателя О. Н. Григорова, в котором выражается тревога за состояние дел в области создания и применения средств вычислительной техники и поднимаются серьезные вопросы о возрождении и развитии советской школы разработчиков вычислительных машин.

Вместе с тем анализ причин наших трудностей в разработке и освоении новых ЭВМ и их программного обеспечения, на наш взгляд, дан автором несколько односторонне и упрощенно. Это и заставило нас изложить в данной заметке свои соображения.

Прежде всего из слов О. Н. Григорова следует, что в развитии нашей вычислительной техники был «золотой век», когда отечественные машины первого и второго поколений разрабатывались советскими конструкторами, а их математическое обеспечение было написано на русском языке. Даже доработки машин производились сравнительно просто на основании замечаний разработчиков систем и эксплуатационщиков. Трудности разработки и освоения новых машин начались с конца 60-х — начала 70-х годов, когда промышленность перешла к выпуску ЭВМ третьего поколения, совместимых с зарубежными машинами.

Так ли хорошо все было?

Во-первых, ЭВМ первого и второго поколений были значительно проще, чем машины следующего поколения. Емкость запоминающих устройств была на много порядков меньше, чем в современных ЭВМ. Так, например, в серийных ЭВМ М-20, БЭСМ-4 и др. емкость ОЗУ составляла 4 тыс. слов (тогда обработка и хранение информации измерялись не в байтах, как сейчас, а в словах). Емкость внешних запоминающих устройств несколько мегаслов. Операционные системы имели объем в несколько тысяч команд. Вполне естественно, было проще разобраться в «сложных ситуациях» и «производить доработки», «улучшающие характеристики машин».

В настоящее время емкость оперативной памяти и внешних запоминающих устройств возросла в несколько тысяч раз, во много сотен раз усложнилось математическое обеспечение.

Во-вторых, отечественные разработки велись в отсутствие стандартов, в результате чего, например, запоминающие устройства на магнитной ленте имели носитель информации разной ширины: программы, написанные для одной ЭВМ, не могли использоваться для другой ЭВМ даже того же типа. В результате сложилась такая ситуация, когда силы разработчиков были распылены, выпускались ЭВМ, близкие по своим техническим характеристикам, но имеющие каждая свое математическое обеспечение, отсутствовали стандарты на интерфейсы аппаратных и программных средств вычислительной техники. В этих условиях директивными органами было принято решение разработать единый ряд отечественных ЭВМ общего назначения (ЕС ЭВМ), программно совместимых снизу вверх на основе единой конструктивно-технологической и элементной базы, с целью создания отрасли средств вычислительной техники. В дальнейшем аналогичное решение было принято по созданию управляющих вычислительных машин и комплексов (СМ ЭВМ). Была создана Межправительственная комиссия по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники, назначены генеральные конструкторы. Встала дилемма: по какому пути должна развиваться отечественная вычислительная техника? Была избрана в качестве прототипа американская системы IBM 360 со всеми вытекающими отсюда последствиями: международными стандартами, интерфейсами, математическим обеспечением и английским языком и техническим английским жаргоном. При выборе аналога принимались во внимание возможности использования созданного в большом объеме программного обеспечения, сотрудничества с капиталистическими странами, создания вычислительных сетей на базе ЭВМ с едиными международными стандартными протоколами.

Автор прав, когда говорит о возросших трудностях в освоении математического обеспечения, об увеличении сроков подготовки специалистов-программистов и операторов ЭВМ, о низком качестве программной документации, обосновывая это тем, что базовое и системное программное обеспечение написаны на английском языке и существует большое разнообразие операционных систем и алгоритмических языков. С этим также нельзя не согласиться.

Трудности в разработке и освоении программного обеспечения современных ЭВМ обусловлены сложностью самого ПО и решаемых с его помощью задач, высокими требованиями к качеству и работоспособности программных средств. Все это выдвигает и более высокие требования к квалификации разработчиков, качеству их подготовки.

Сложным для обсуждения является вопрос об использовании диалектов и аббревиатур английского языка в операционных системах и системах программирования. Следует напомнить автору, что уже в ЭВМ второго поколения широко использовались англоподобные языки

ФОРТРАН, КОБОЛ и различные подмножества АЛГОЛа. Попытки распространить русские версии этих языков и стандартного русского КОБОЛа не увенчались успехом.

Сегодня наличие языков программирования и командных языков операционных систем, основанных на английском языке, является основой для обеспечения совместимости отечественных ЭВМ, комплексов и сетей с информационно-вычислительными системами всего мира, ибо хотим мы этого или нет, но международные стандарты в области вычислительной техники и информатики базируются на англоязычных системах. Поэтому даже в самых развитых странах (Япония, Франция, ФРГ и др.) применяются одни и те же операционные системы, системы управления базами данных, языки программирования, сетевые протоколы, использующие конструкции английского языка. В чем автор прав — это в недопустимости диалога конечного пользователя с ЭВМ на ненациональном языке. Разработка диалога на русском языке на базе существующих операционных систем, систем программирования, типовых пакетов программ ведется сегодня программистскими коллективами, в том числе и разработчиками базового ПО новых типов ЭВМ. Так что не должно возникать опасений, что персональные компьютеры в школах и ПТУ будут говорить с учащимися только на английском языке.

Нельзя согласиться с автором, что нашему государству нужен ограниченный набор операционных систем и алгоритмических языков: ОС и алгоритмические языки, как и все, находятся в постоянном развитии, и постоянно появляются новые версии ОС с соответствующими функциональными возможностями, и остановиться на какой-то одной или нескольких просто неправомерно.

Автор заблуждается, утверждая, что наши специалисты не несут ответственности за технический уровень выпускаемой вычислительной техники. Ответственность возложена на генерального конструктора по виду однородной продукции вычислительной техники.

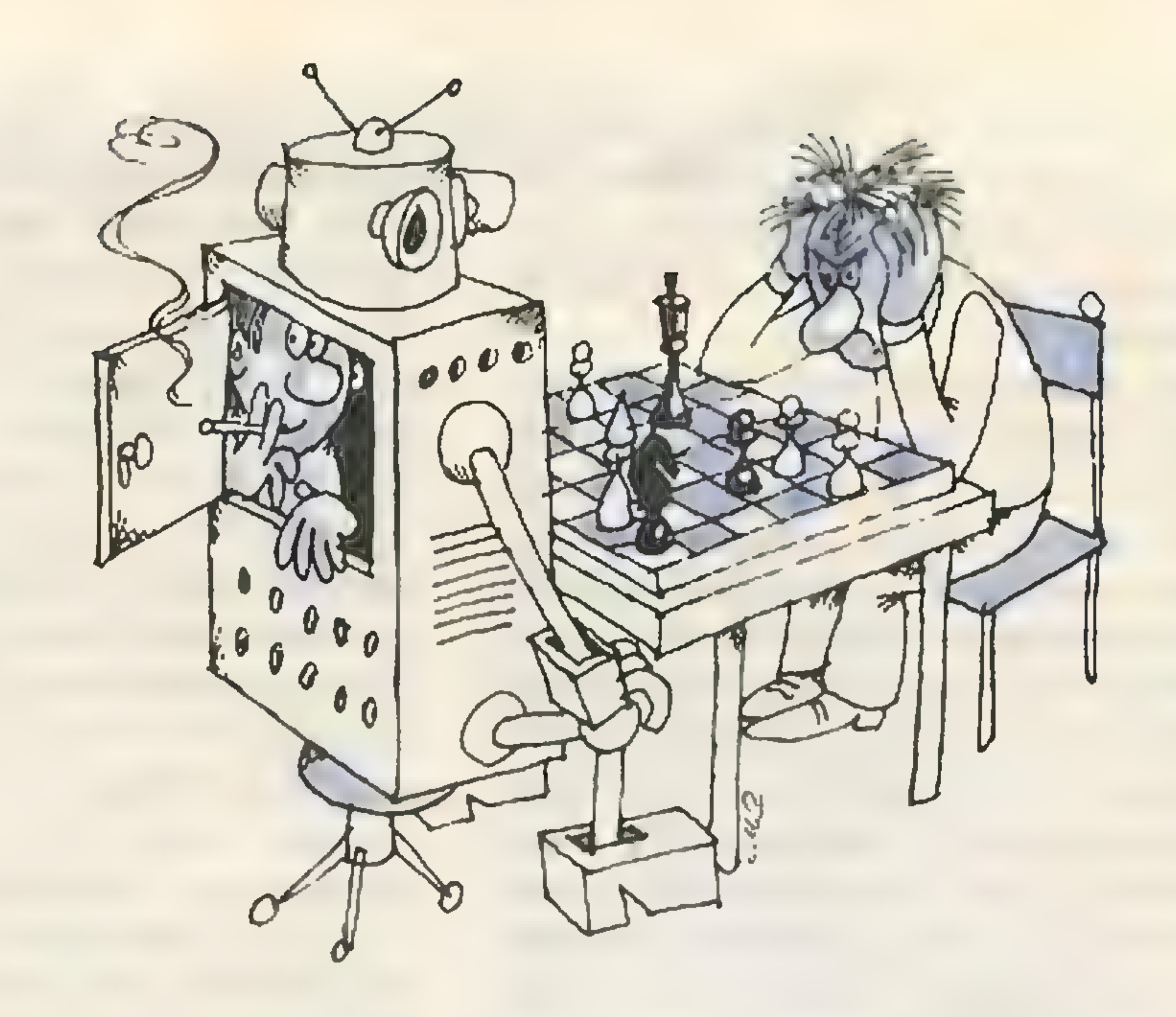
Выход отечественной вычислительной техники на мировой уровень является сейчас основной задачей всех разработчиков ЭВМ и программного обеспечения в нашей стране. Решение этой сложной задачи связано с общим ростом технологического уровня всей промышленности, ускорением научно-технического прогресса. Необходимо переоснастить и специализировать заводы, производящие средства вычислительной техники, повысить качество высокочистых материалов и прецизионного оборудования, создать интегрированные системы автоматизированного проектирования и автоматизации производства элементной базы ВТ и многое другое.

Автор высказывается за возрождение и развитие советской школы разработчиков вычислительной техники, мы с этим согласны. Вместе с тем в настоящее время разрабатываются отечественные вычислительные системы, не имеющие аналогов в мировой практике. В печати уже сообщалось о разработке отечественных супер-ЭВМ производительностью более 100 млн. операций в секунду, многопроцессорных систем с высоким интеллектуальным уровнем, систем речевого взаимодействия с ЭВМ на естественном русском языке и др.

В поддержке этих разработок для обеспечения мирового уровня всей отечественной вычислительной техники и информатики заключается одна из главных задач ГКВТИ СССР.

От редакции. Рекомендуем читателям познакомиться с вып. 15 «НТР: проблемы и решения». Бюллетень этого выпуска (см. статью «Хитросплетения информационных сетей») в беседе с заместителем председателя ГКВТИ СССР И. Н. Букреевым обсуждает примерно эти же вопросы. Однако критические высказывания заместителя министра во многом согласуются с вопросами, поставленными нашим читателем. См. также: «Известия» от 14 августа 1988 г., статья «Электроника: вдогонку за вчерашним днем».

КОМПЬЮТЕР-ПОЛИЦЕЙСКИЙ



Сыскное ведомство Соединенных Штатов недавно заявило о своем плане создания гигантского архива, в котором с помощью компьютеров были бы объединены в национальном масштабе все имеющиеся у полиции на местах банки информации. Впервые в истории, помимо «традиционных» данных на лиц, попавших в поле зрения «всевидящего ока», в компьютерную память будут вводиться основанные на результатах анализов ДНК «индивидуальные генетические карты».

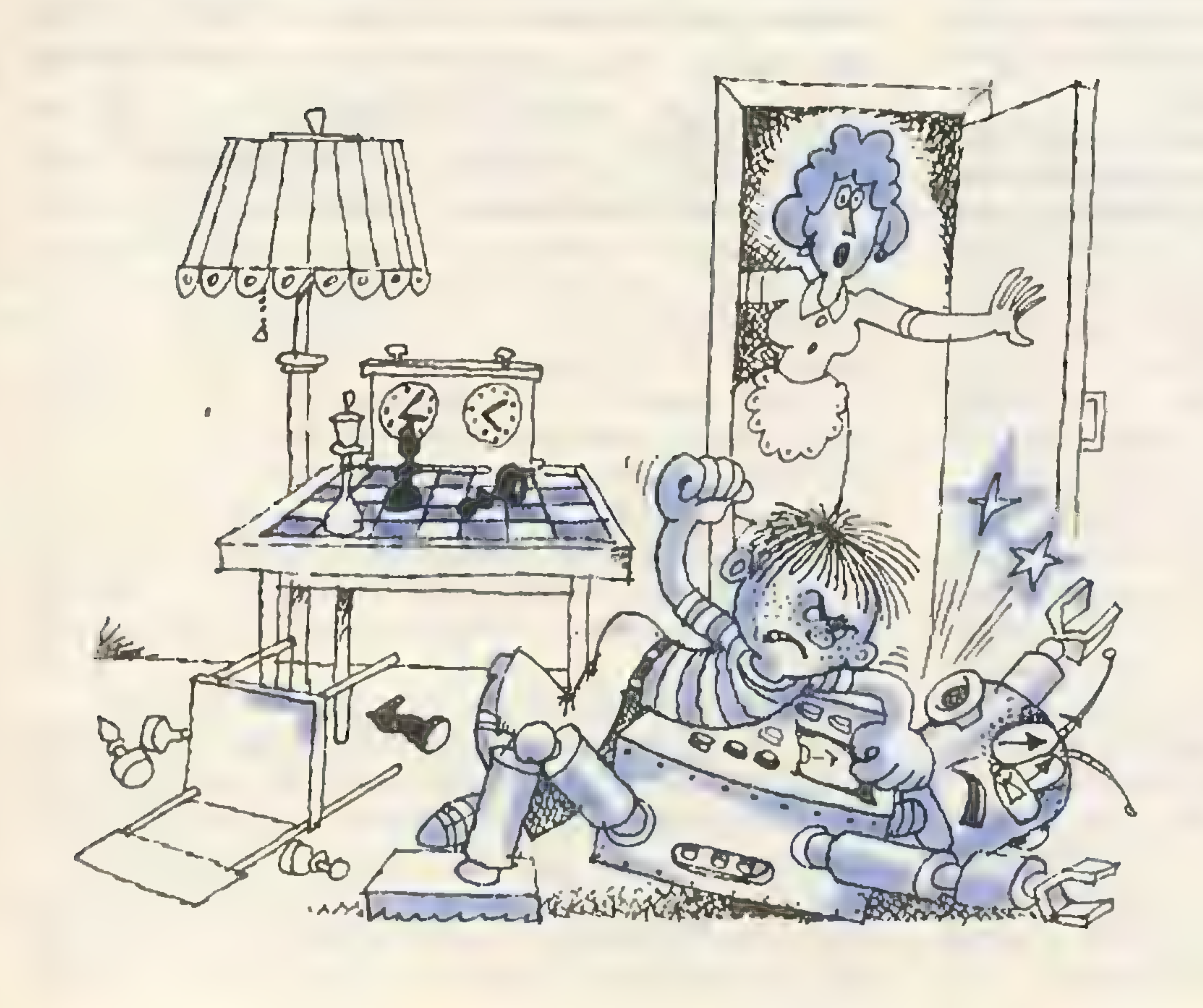
Все индивидуальные черты человека в конечном счете определяются их первоосновой — генетическим кодом. Он заключен в каждой клетке человеческого организма. Поэтому негласно добыть образец для анализа (например, корень волоса) не составляет особого труда. Генетический код в отличие от отпечатков пальцев стереть или изменить невозможно.

Такова перспектива. Но уже сегодня метод генетической идентификации апробирован. Английская полиция подвергла анализу ДНК около двух тысяч человек.

* * *

Французская полиция проводит интересный эксперимент, оборудуя полицейские машины специальными вычислительными комплексами, способными за 15 секунд считать с карточки, удостоверяющей личность, все необходимые данные, связаться с большой ЭВМ, расположенной в центральном здании полицейского управления и, проверив информацию, дать окончательный ответ.

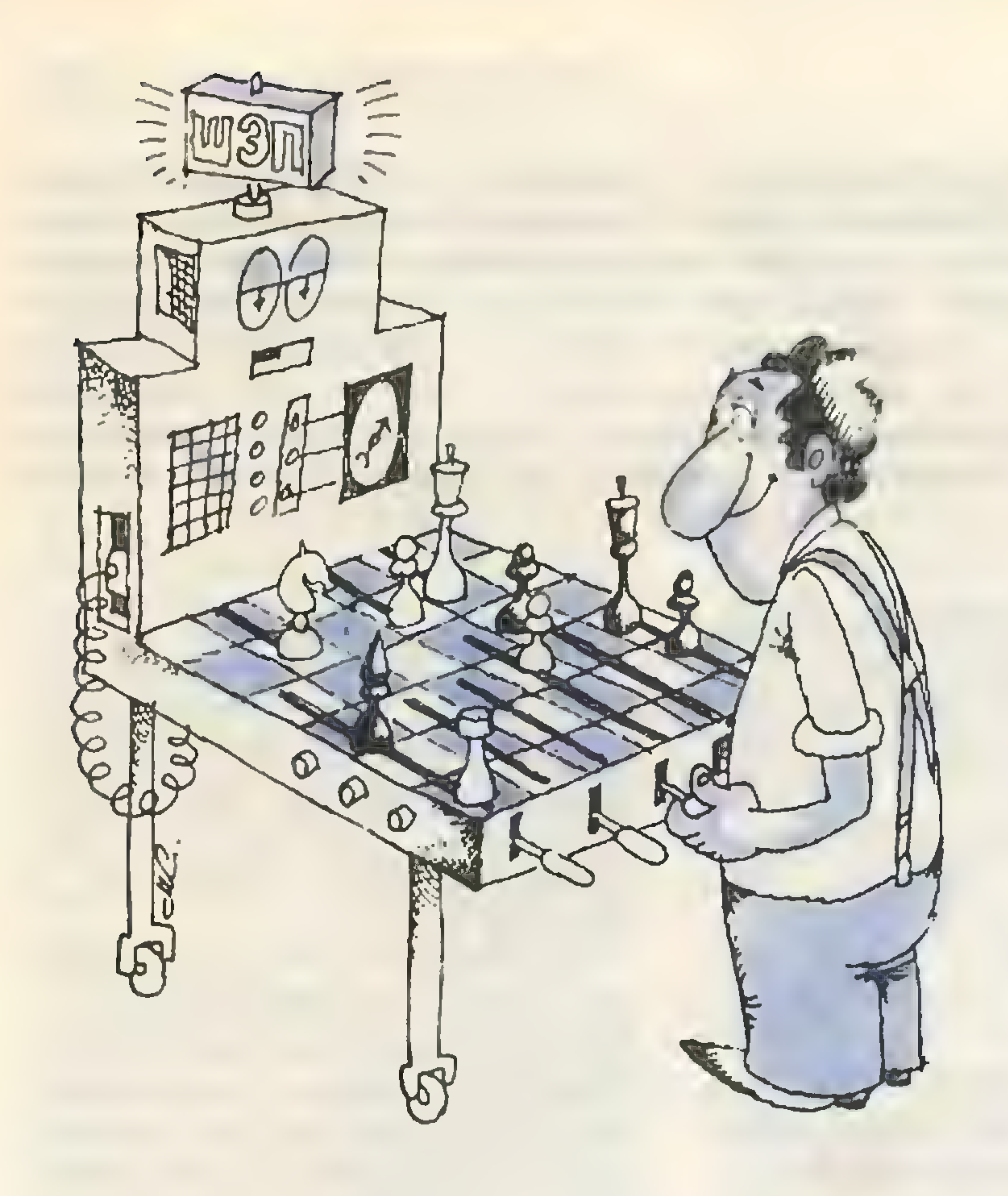
Такие машины в перспективе планируется использовать для розыска лиц и автомобилей, интересующих полицию. Система с успехом проходит апробацию в Руане.

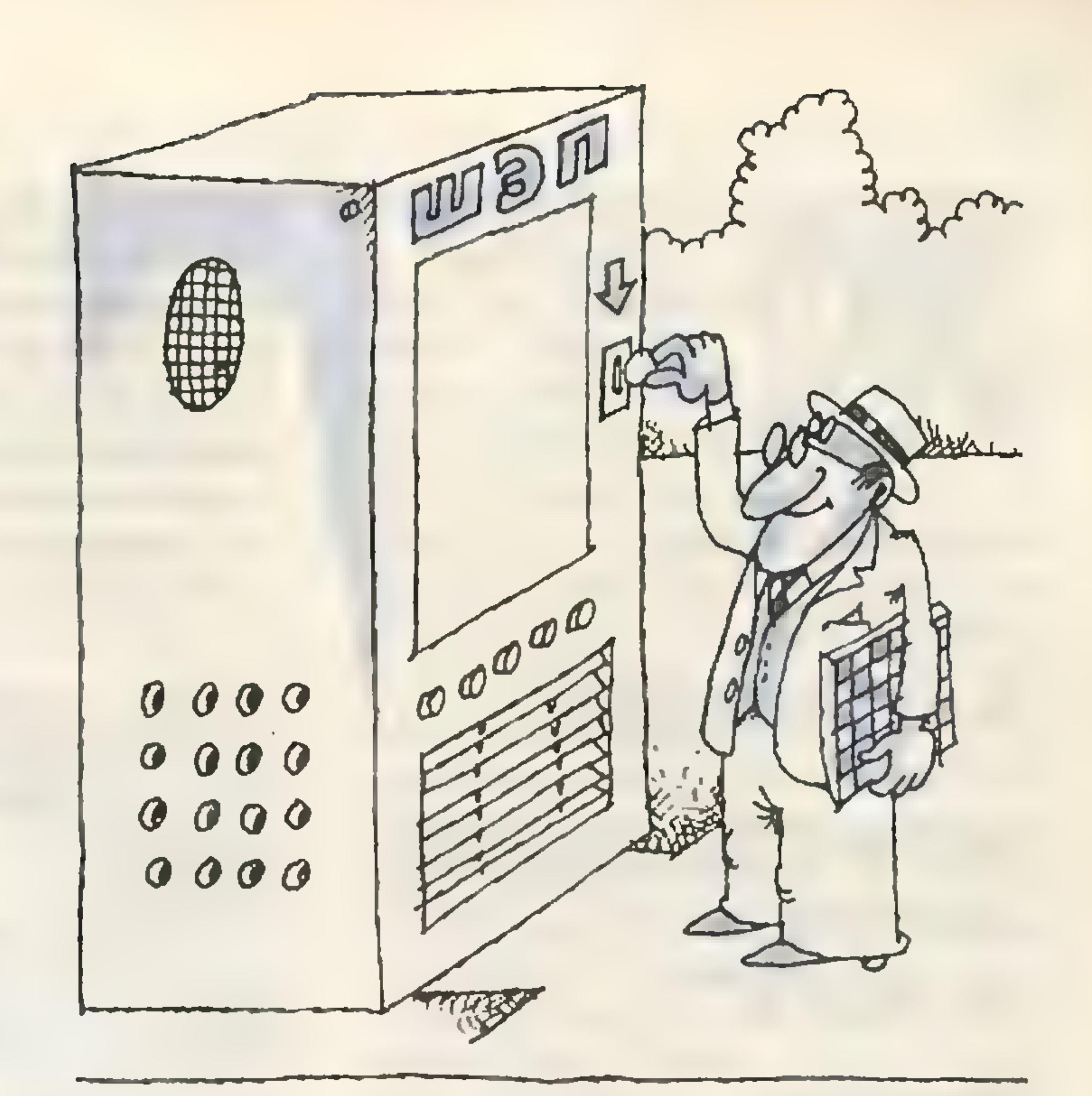


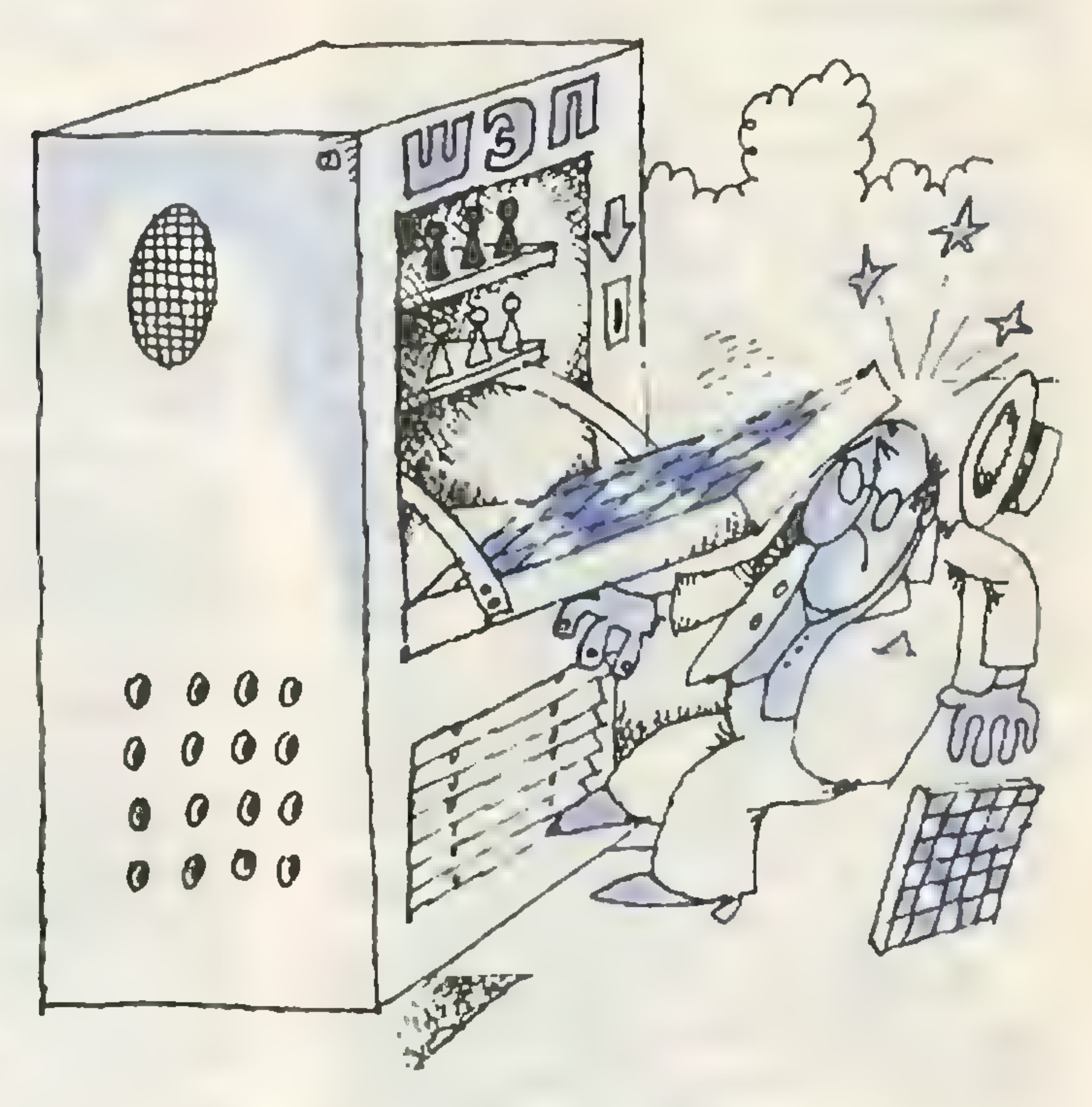
«ВИРУСЫ» В МОСКВЕ

От советских пользователей ПК Commodor Amiga и Atari ST стало известно о том, что были зарегистрированы вирусы для этих машин. Владельцы ПК Amiga вычищали вирусы вручную, счищая их со стартовой дорожки дискет.

Институт безопасности компьютеров (США) на конференции (июнь 1988 г.) для пользователей IBM и DEC продемонстрировал образцы компьютерных вирусов и вирус-детекторов (программы, выявляющие и убивающие вирус). Программа, представленная этим институтом, обеспечивает безопасность сетей Ethernet и MacVAX.

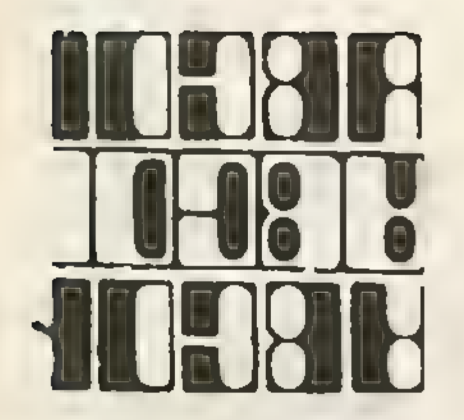






Советские владельцы ST смогли воспользоваться вирус-детектором, который не только убивает вирусы, но также иммунизирует диски. По крайней мере, с тремя типами вирусов — A, B, C — детектор справляется.





Широкое распространение (за рубежом) игровых автономных устройств (ИАУ) породило целое направление игрового программирования интеллектуальных игр для микро-ЭВМ. Такие устройства представляют собой вычислительные системы, реализованные на основе специализированных БИС, исполняющих схемно заложенный в них алгоритм заданной игры, а также на основе универсальных микропроцессоров. Последние имеют игровые программы, записанные в постоянном запоминающем устройстве.

А. С. МОРОЗОВ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ДОСУГ

Введение

Стремительное развитие вычислительной техники, основанное на достижениях микроэлектроники и разработке эффективных средств программирования, вызвало появление различных типов электронных устройств, находящих применение почти во всех сферах человеческой деятельности. Но одной из трудных задач оказалась проблема разработки и адаптации вычислительных устройств для использования их в быту и для целей досуга. Решению этой проблемы препятствуют многие причины.

Во-первых, бытовые традиции и привычки людей значительно более устойчивы против вторжения технических достижений, чем это происходит в сфере профессиональной деятельности, где решающее значение имеют технологическая дисциплина и необходимость постоянного повышения производительности труда.

Во-вторых, использование вычислительных устройств в большинстве случаев требует большого объема специальных знаний из-за отсутствия технических средств «естественного» общения.

В-третьих, слишком высокая во многих случаях цена относительно ожидаемого эффекта по сравнению с уже традиционными приборами (например, холодильником или стиральной машиной).

Преодоление первой причины связано с общим процессом повышения восприимчивости общества к техническим достижениям, умелой рекламой, а также с количественными факторами, например, типа:

чем больше разных устройств, тем они дешевле и доступнее;

чем больше людей приобретает какой-то прибор, тем больше людей хотят его иметь;

передача опыта общения с конкретными устройствами и т. п.

Действие второй причины постоянно ослабляется за счет успехов в широкой области научной деятельности, объединяемой термином «искусственный интеллект», в рамках которой идет разработка методов общения с вычислительными устройствами на базе общематематических, лингвистических и эстетических знаний.

Устранение третьей причины зависит в основном от эксплуатационной надежности вычислительной техники, динамики снижения ее розничных цен и расширения функций новых моделей.

Следует отметить, что в какой-то мере потребность в использовании средств вычислительной техники во время досуга может быть удовлетворена за счет расширения так называемых компьютерных центров, а также создания сети их проката.

Большое место в жизни людей занимают различные игры, и поэтому не удивительно, что практически сразу после появления ЭВМ [1, 2] возникла идея их применения для реализации игровых алгоритмов.

Начиная с 1949 г., когда К. Шеннон высказал ряд соображений о возможности игры в шахматы на ЭВМ, многие специалисты в области вычислительной математики, программирования и создатели ЭВМ постепенно сформировали список задач, решение которых должно быть более эффективным при использовании методов игрового программирования. К ним можно отнести: перевод с одного языка на другой, конструирование логических схем, управление телефонной связью, редактирование музыкальных мелодий и различных текстов, военно-стратегические проблемы и т. п. [1, 2, 3].

По мере совершенствования вычислительной техники работы над решениями этих проблем привели к созданию новой отрасли знания, известной как «искусственный интеллект», в рамках которой с использованием «эвристического программирования» производится поиск решений в игровых задачах [3, 4].

Выбор того или иного принципа реализации алгоритма конкретной игры в ЭВМ зависит от характера и сложности игры.

Если обратиться к играм, в основе которых лежит строгая и хорошо разработанная математическая теория (например, комбинаторные игры), то известно — такие игры позволяют в любом положении при относительно несложных вычислениях определить ход, ведущий к выигрышу. Поэтому здесь для ЭВМ нет никаких трудностей в «овладении» игрой. Достаточно ввести в машину соответствующую программу, и она станет достойным «противником» в игре с человеком. Примером такой игры служит игра «крестики-нолики» (тик-так-ту). А при игре в «15» машина выступает в роли комментатора [5].

Иной принцип используется при составлении программы работы ЭВМ для таких игр, где нельзя указать строго определенные математические формулы, по которым можно было бы вычислить ходы, ведущие к выигрышу. Если число различных позиций в игре не слишком велико, то в память ЭВМ вводятся все возможные варианты игры, т. е. составляется ее словарь. Когда ЭВМ нужно

делать очередной ход, она просматривает свой «словарь» и выбирает наилучший. Но число игр, для которых может быть составлен полный словарь всех возможных ходов, очень ограничено. К ним относятся, например, игра в «крестики-нолики» (тик-так-ту) на поле из девяти клеток или игра «Волк и охотники» на шахматной доске. Но всем широко известные полноинформационные игры (шахматы, различного рода шашки и т. п.) имеют настолько разветвленное дерево игры, что создание полного словаря для каждой из подобных игр практически невозможно [3].

Для создания программ полноинформационных игр были разработаны общие принципы игрового программирования, которые достаточно подробно изложены в [3, 4]. Здесь следует отметить, что развитие игрового программирования основывается на совершенствовании эвристических алгоритмов, повышающих качество игровых программ, а также на использовании достижений в архитектуре ЭВМ и улучшении их технических характеристик.

В процессе развития игрового программирования и технических средств ЭВМ сформировалось несколько вариантов применения электронной вычислительной техники для реализации программ различных игр: игровые программы больших ЭВМ; игровые программы персональных ЭВМ; игровые автономные устройства.

Бесспорные достижения эвристического программирования наиболее полно были реализованы в игровых программах больших ЭВМ, обладавших достаточным объемом (до 10 Мбайт) оперативной памяти и высоким быстродействием (до 10 млн. простых операций в секунду). Широко известны шахматные программы Каисса (СССР), МЕФИСТО (ФРГ), БЕЛЛ (США) и др. Наметилась тенденция к специализации ЭВМ, играющих в шахматы, как по программным методам, так и по чисто техническим. Это позволяет экономить ресурсы ЭВМ при одновременном усилении тактики игры. Например, программно-ориентированная шахматная машина «Белл» достигла силы игры кандидата в мастера, а шахматная ЭВМ «Хеопс» (США) — мастера. Создатели игровых программ больших ЭВМ занимались в основном шахматами, но существуют также и разработки программ игры в шашки, го и т. п. Следует отметить, что в данный момент вычислительные мощности мини-ЭВМ и даже персональных микро-ЭВМ достигли уровня больших ЭВМ начала 70-х годов, когда наиболее бурно развивалось игровое программирование.

Большой интерес представляет развитие игрового программирования для персональных ЭВМ. Игровые программы ПЭВМ можно условно разделить на три группы:

1) программы, реализующие алгоритмы игр, развивающих внимание и реакцию человека;

2) программы, реализующие алгоритмы полноинформационных игр;

3) программы, предназначенные для проверки и приобретения знаний по различным направлениям науки, техники, искусства и т. д., реализуемые в виде игровых задач.

К играм, развивающим внимание и реакцию, относятся различные типы лабиринтов, «гонки» на автомобилях, военные игры и т. п. Алгоритмы таких игр относительно просты, поэтому они снабжаются базовой программой, обеспечивающей функционирование алгоритма заданной игры.

Программы полноинформационных игр для ПЭВМ (шахматы, шашки, го, нарды и т. п.) по своей организации не отличаются от аналогичных программ больших ЭВМ, но в них учитываются ограничения, накладываемые конструктивными особенностями ПЭВМ (относительно малый объем памяти, доступность устройств ввода-вывода, более удобное по сравнению с большой ЭВМ исполнение процедур изменения параметров игры и т. п.).

Программы, предназначенные для проверки и приобретения знаний, совмещают в себе алгоритмы, формализующие математические, физические, гуманитарные, эстетические и т. п. знания, совмещаемые с простейшими игровыми алгоритмами. Такое совмещение позволяет получить учебно-игровые программы, обладающие функцией оценки результата вычисления и поиска правильного ответа, а также способностью варьировать сложностью задания.

ПЭВМ позволяют постоянно наращивать библиотеку игровых программ и осуществлять их модификацию (в случае соответствующей подготовки пользователя).

Достижения игрового программирования нашли свое применение также в игровых автономных устройствах (ИАУ), в которых игровые программы имеют особенности, связанные с ограниченностью вычислительных ресурсов ИАУ.

По технической реализации игровые автономные устройства можно разделить на три большие группы:

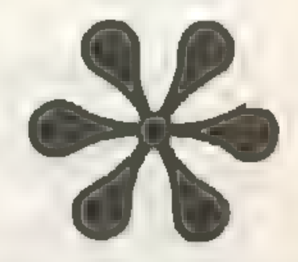
1) непрограммируемые, реализованные на логических комбинаторных схемах;

2) непрограммируемые, игровой алгоритм которых фиксирован в схеме специализированной БИС;

3) программируемые, с игровой программой, записываемой в ПЗУ (или ППЗУ).

Характерными представителями ИАУ первой группы являются игровые автоматы, устанавливаемые в местах массового отдыха. Аналоги таких автоматов часто встречаются в радиолюбительских конструкциях [5]. С помощью комбинаторной логики невозможно создать схемы игр, имеющие более 200 позиций, из-за увеличения размеров устройства и его цены. ИАУ пер-

марки
ТИПЫ
характеристики



вой группы удобны для использования в бытовых условиях, но обладают крайне ограниченными потребительскими функциями и поэтому не нашли широкого применения.

ИАУ второй группы были порождены развитием технологии производства БИС, которая позволила в несколько тысяч раз увеличить плотность размещения полупроводниковых элементов в кремниевых кристаллах и, следовательно, значительно усложнить алгоритмы комбинаторных игр. К таким ИАУ относятся автоматы, реализующие алгоритмы различных математических, лингвистических и поисковых игр. Наибольшее распространение за рубежом получили ИАУ на логических БИС с алгоритмами типа:

— произвести математическое действие (или несколько подряд математических действий) за заданное время;

— провести логические операции с заранее заложенным результатом за заданное время;

— разработать и испытать элементарную программу на упрощенном языке высокого уровня (8—10 операторов) с оценкой точности ее исполнения;

— вставить пропущенные буквы в предлагаемое слово за заданное время;

— перевести с языка на язык слово с учетом правильности его написания за заданное время.

Список подобных алгоритмов может быть значительно расширен, но при попытке их реализации в ИАУ второй группы необходимо изменять заданные параметры технологического процесса изготовления специализированной логической БИС.

После изобретения в 1973 г. микропроцессора [7] и дальнейших успехов в развитии технологии БИС запоминающих устройств появилась возможность создания ИАУ на основе универсальной микро-ЭВМ, что привело к созданию электронных партнеров для игры в шахматы, шашки, нарды, го и другие сложные полноинформационные игры. С 1977 г., когда появился первый шахматный электронный партнер (ШЭП), ИАУ прошли определенный путь развития. Были разработаны устройства с возможностью замены игровых программ, замены функций клавиатуры и устройства со сложными системами индикации (индикаторы на жидких кристаллах, индикаторные панели и др.), электронные игровые поля и т. д. Продолжалось (и продолжается) усовершенствование игровых программ с целью усиления их игры при уменьшении затрат ресурсов микро-ЭВМ. Можно сказать, что первым массовым средством вычислительной техники, нашедшим за рубежом широкое применение в быту, были различного типа программируемые ИАУ.

Шахматные электронные партнеры

В связи с тем что шахматы относятся к самой распространенной игре, наиболее массовым типом ИАУ являются различные типы шахматных электронных партнеров (ШЭП). Их производство достигает в странах с развитой электроникой до нескольких сотен тысяч в год. К сожалению, в СССР из-за отставания в производстве для нужд промышленности товаров народного потребления быстродействующих и дешевых микропроцессоров и микросхем памяти большой степени интеграции разработка и серийное производство ШЭП начались значительно позже. В 1986 г. был выпущен в продажу ШЭП «Интеллект-02», представляющий собой по качественным характеристикам (силе игры программы, быстродействию, эргономическим характеристикам, потребляемой мощности и т. д.) повторение аналогичной зарубежной техники конца 1970-х годов.

Затем появился ШЭП «Электроника-ИК-01», в котором были использованы идеи широко известной шахматной программы «Каисса» с усовершенствованиями, позволившими ограничиться сравнительно небольшим объемом памяти при сохранении достаточно сильного уровня игры, особенно в эндшпиле. Этот тип ШЭП также достаточно дешев.

В настоящий момент начато серийное производство шахматного электронного партнера «Стратег», первого из семейства ШЭП, объединенного общими принципами построения программы, но отличающегося конструктивным исполнением, особенностями использования, набором функций. Сравнительные характеристики различных типов ШЭП представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, ШЭП «Стратег», «Стратег-1» и «Стратег-А» обладают многими исходными функциональными признаками, которые определены одним типом использованного микропроцессора, общими идеями построения их программ и назначением. Но каждый из них имеет и существенные отличия. ШЭП «Стратег»

Таблица 1

Показатель качества	Чесс челленджер (США)	Морфи (США, ФРГ)	Мефисто (ФРГ)	Интеллект	Электроника-ИК-01	Стратег	Стратег-I	Стратег-А
Возможность смены программы	Нет	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет	Есть	Нет
Максимальный объем памяти для игровой программы, К	8	12	16	8	16	16	32	16
Объем оперативной памяти, К	1	2	3	1	2	4	4	2
Тип микропроцессора	80	6520	Специализированный	КР580	КР1800	КР580	КР580	КР580
Число уровней игры	10	9	8	3	6	8	8	8
Условная сила игры на турнирном уровне, разряд	3	2	2	3	2	2	2	2
Наличие активного игрового поля	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть	Есть	Нет
Розничная цена, руб	—	—	—	320	180	360	320	160

(рис. 1) предназначен в основном для шахматных клубов и секций, так как размеры его активного игрового поля соответствуют принятым стандартам. Для целей розничной продажи более подходит вариант ШЭП «Стратег», состоящий только из вычислителя и блока питания без игрового поля (при любой игровой доске).

В отличие от ШЭП «Стратег» в шахматном электронном партнере «Стратег-1» (рис. 2) активное игровое поле конструктивно объединено с вычислителем, но размеры его уменьшены. К важному преимуществу ШЭП «Стратег-1» относится возможность смены программы в процессе игры, что позволяет значительно ее усилить, осо-

Таблица 2

Характеристика	Стратег	Стратег-1	Стратег-А
Выносной преобразователь напряжения	Есть	Есть	Есть
Активное игровое поле	Отдельно	Встроено	Нет
Размеры, мм:			
Игрового поля	450×470×90		
Микропроцессорного вычислителя (МВ)	160×125×29	315×230×85	315×230×25
Преобразователя напряжения	124×55×90		124×55×90
Масса, кг:			
Игрового поля	1,5		
Вычислителя	0,5	2,65	1,8
Преобразователя напряжения	0,7		0,7
Потребляемая мощность, Вт	15	12	7

Рис. 1

Рис. 2



Рис. 3

бенно в дебюте и эндшпиле, а также использовать этот ШЭП в качестве партнера в другие игры (шашки, уголки, крестики-нолики).

ШЭП «Стратег-А» представляет собой упрощенный вариант ШЭП «Стратег-1» (рис. 3), не имеющий сменного блока памяти и активного игрового поля. Это дешевый вариант ШЭП (в 2 раза дешевле, чем «Стратег-1») и, следовательно, более доступен для покупателей. Конструктивные характеристики изделий ШЭП семейства «Стратег» представлены в табл. 2.

Следует отметить оригинальность художественно-конструкторского решения ШЭП (см. рис. 1), которое отмечено авторским свидетельством на промышленный образец.

Появление ШЭП стало возможным благодаря успехам электроники, предложившей микропроцессоры, и игрового программирования, достигшего больших успехов в создании шахматных игровых программ для больших ЭВМ [10]. Разработка ШЭП требует решения трех отдельных взаимосвязанных задач моделирования шахматной игровой программы, трансляции и отладки рабочей программы, проектирования электронной схемы и конструкции.

Цель моделирования шахматной игровой программы для ШЭП серии «Стратег» состоит в определении ее оптимальной структуры и разработке эффективного алгоритма поиска ответного хода. При этом мы располагаем ограниченными вычислительными ресурсами, характеризующимися малым объемом используемой памяти, небольшой (1 или 2 байта) разрядностью данных. Требуется также, чтобы сама игровая программа непосредственно управляла вводом-выводом информации. Модель шахматной игровой программы достаточно подробно описана в работе [11], а основные идеи, определяющие оптимальность алгоритма поиска хода в данном случае, в работе [12]. Следует отметить, что в процессе моделирования пришлось рассмотреть частную, но очень важную проблему разрешения противоречия между стремлением к уменьшению времени построения дерева игры и неизбежным увеличением времени вычисления оценки.

В процессе моделирования после проверки различных версий была сформирована шахматная игровая программа на языке высокого уровня, которая затем транслировалась на язык программирования АССЕМБЛЕР микропроцессора КР580ИК80. Отладка и тестирование рабочей игровой программы производятся на специальных вычислительных средствах, программно совместимых с системой команд микро-

процессора [13]. Интерактивный процесс разработки рабочей программы ШЭП показан на рис. 4, а ее структурная схема — на рис. 5. Эта схема в общем аналогична структурной схеме программной модели, описанной в работе [11], но имеет некоторые особенности, определяемые порядком взаимодействия с пользователем и функциями отдельных электронных узлов ШЭП серии «Стратег». Применение динамического способа управления устройством индикации требует планируемого периодического прерывания исполнения игрового алгоритма, частота которого учитывает способность человеческого зрения регистрировать информацию. Это же прерывание используется для опроса линий данных блока клавиатуры и выходных регистров интерфейса активного игрового поля. Для обслуживания обширного списка потребительских функций в игровой программе ШЭП серии «Стратег» организована система внутренних прерываний, что требует дополнительных затрат ресурсов времени и памяти. Взаимодействие блоков подпрограмм в структурной схеме игровой программы ШЭП обеспечивает выполнение следующих основных потребительских функций:

ввод хода противника;

поиск ответного хода;

контроль времени поиска ответного хода;

изменение силы игры программы в любой ее момент;

контроль затраченного на игру времени и числа сделанных ШЭП ходов;

вывод на индикацию очередных ходов и информации о позициях играемой партии.

Вывод на индикацию
Ввод хода
Ввод функции
Блок контроля правил
Блок управления
Блок сервисных функций
Блок библиотек
Блок выбора схемы игры
Блок выбора хода
Блок вычисления оценки
Блок организации перебора
Программный таймер
Блок организации прерываний
Прерывание от аппаратного таймера

Рис. 5

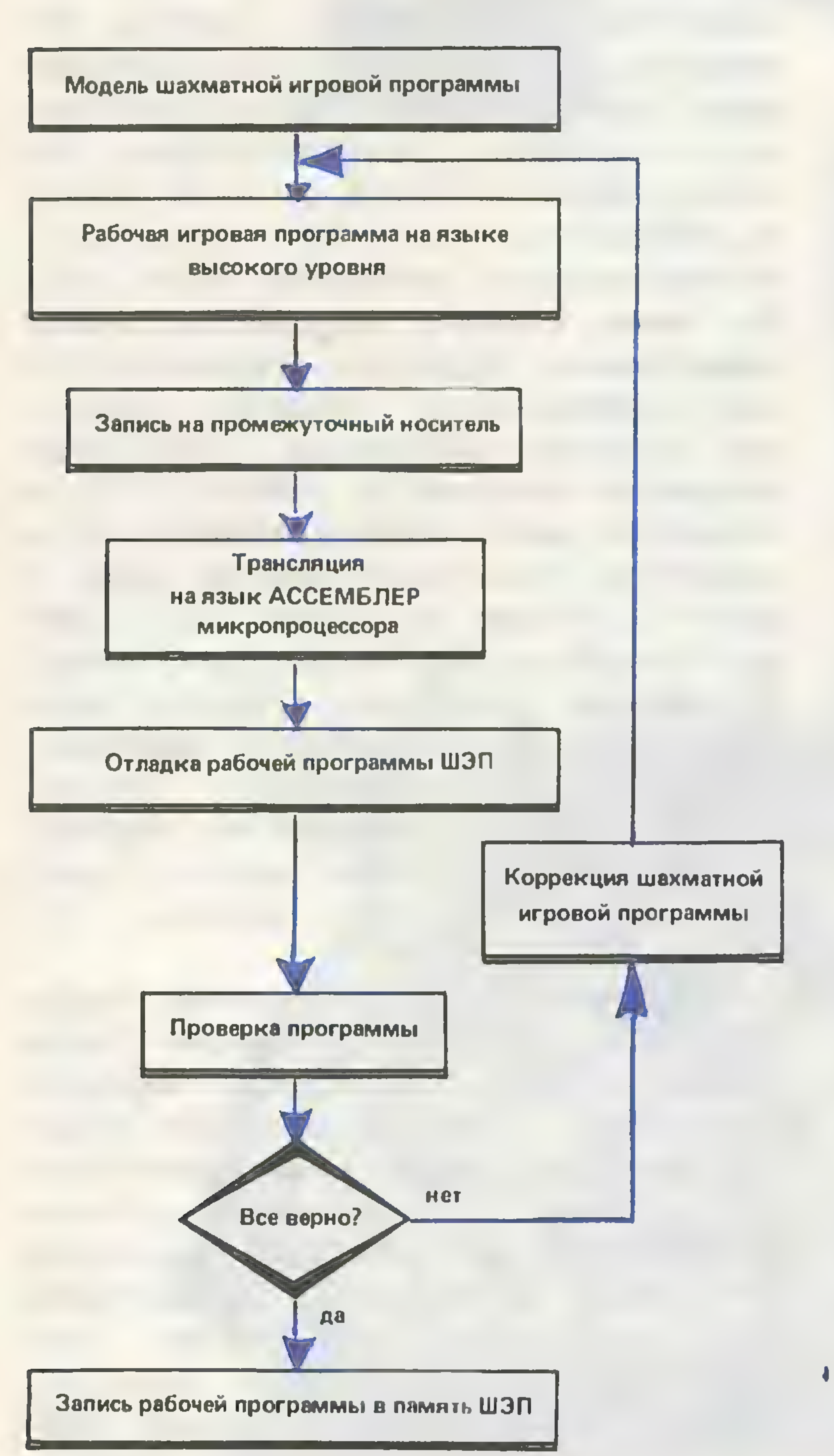


Рис. 4

Функциональная структура ШЭП

На рис. 6 приведена схема функциональной структуры ШЭП «Стратег» и «Стратег-1», которая представляет собой вычислительную систему, состоящую из следующих функциональных узлов: ЦП — центральный процессор; УУ — устройство управления; ОЗУ — оперативное запоминающее устройство; ПЗУ — постоянное запоминающее устройство; БК — блок клавиатуры; ТСИ — таймер секундных импульсов; БУП — блок управления прерываниями; БИ — блок индикации; АИП — активное игровое поле.

Выбор адресов ячеек ОЗУ и ПЗУ, а также входных и выходных регистров внешних устройств (БК, БИ и АИП) осуществляется через 16-разрядную адресную шину (ША).

Обмен данными между ЦП и отдельными блоками системы осуществляется через УУ по системной шине данных. При этом шина данных ЦП, кроме обеспечения обмена между ЦП и УУ, служит также для приема начальных адресов подпрограмм прерываний ЦП при сбросе УУ, при прерывании от ТСИ и клавиатуры.

Синхронизация ЦП и УУ осуществляется посредством обмена между сигналами по внутренней шине управления (ШУ).

Для обеспечения синхронизации и функционирования вычислителя УУ вырабатывает следующие управляющие сигналы:

$Ф_2$ — тактовую частоту 2 МГц;

MW — сигнал записи информации в ОЗУ;

MR — сигнал чтения информации из ОЗУ и ПЗУ;

RD — сигнал чтения информации их БК и АИП;

WR — сигнал записи информации в БИ и АИП;

Int — сигнал прерывания программы;

IA — сигнал передачи начального адреса после прерываний программы от ГСИ и БК;

IE — сигнал разрешения прерываний.

ЦП обеспечивает обработку информации о текущем состоянии шахматной партии, формирование адресов памяти, блоков клавиатуры и генератора секундных импульсов.

ОЗУ служит для временного хранения данных в процессе обработки информации, для хранения текущей позиции, а также для построения игрового дерева в процессе поиска хода программой и хранения сведений о результатах и времени в памяти.

ПЗУ служит в качестве хранилища алгоритма игровой программы, дебютной библиотеки, списков некоторых стандартных ситуаций миттель-

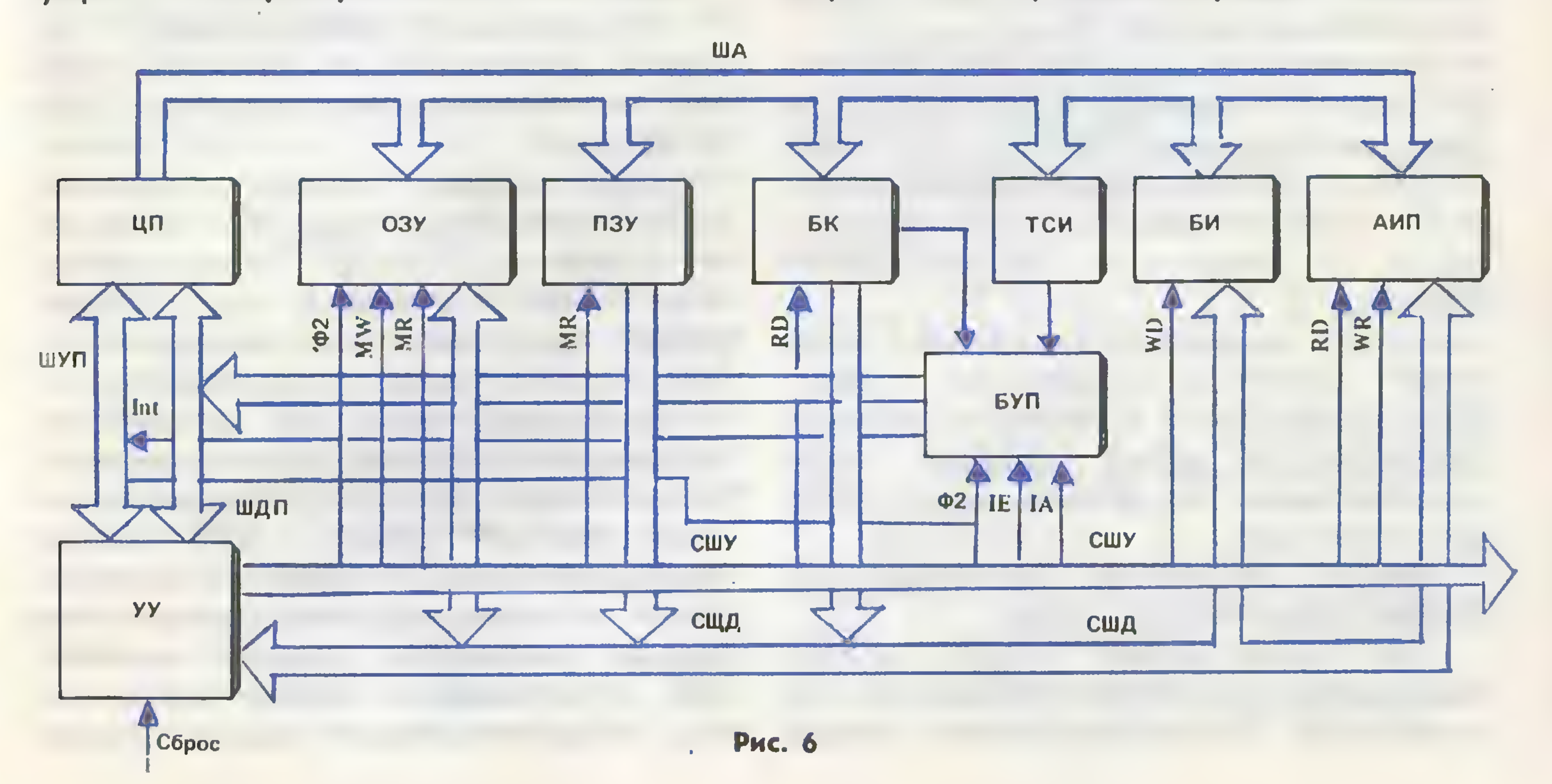


Рис. 6

шпиля и эндшпиля, служебных констант, а также подпрограмм обслуживания ввода-вывода.

БК, прерывая основную программу, обеспечивает ввод в процессор необходимых исходных данных о ходе человека-партнера, сведений о необходимости изменения режима работы ШЭП, а также запросов о состоянии партии и работе игровой программы.

ТСИ является датчиком времени игровой программы, прерывание работы которой осуществляется с частотой 25 Гц. При этом также осуществляется опрос состояния АИП.

БИ служит для отображения информации о ходах ШЭП и человека-партнера, о текущем состоянии партии, а также об изменении режимов функционирования ШЭП.

Блок АИП обеспечивает взаимодействие ШЭП и человека-партнера без использования клавиатуры и БИ. Ввод данных в ЦП из АИП производится под управлением игровой программы путем опроса состояний выходных регистров АИП с частотой 5 Гц. Вывод данных из ЦП в АИП производится после окончания поиска хода игровой программой.

БУП обеспечивает формирование сигнала прерывания программы при поступлении импульсов прерывания из БК или ГСИ и передачу начальных адресов подпрограмм в ШД после поступления сигнала IE.

Шахматные электронные партнеры серии «Стратег» реализованы на базе микропроцессорного комплекта серии КР580, обладающего высокой надежностью, развитой архитектурой и умеренным энергопотреблением.

Этот микропроцессорный комплект обеспечен развитыми средствами разработки и отладки рабочих программ, а также серийной аппаратурой для настройки микро-ЭВМ на его основе.

Далее расскажем об отдельных блоках структурной схемы.

ЦП представляет собой микропроцессор типа КР580ИК80А, обеспечивающий быстродействие около 500 тыс. простых операций в секунду. Связь микропроцессора с шиной данных и управление запоминающими устройствами обеспечивает УУ, состоящее из системного контроллера типа КР580 ВК28 и логической схемы на микросхемах типа К561. Синхронизация вычислительного процесса обеспечивается устройством синхронизации, которое реализовано на базе микросхемы задающего генератора типа КР580 ГФ24.

Перезаписываемое постоянное запоминающее устройство с ультрафиолетовым стиранием информации типа К573 РФ4А является элементной базой блока ПЗУ. Этот блок состоит из двух микросхем указанного типа, каждая объемом 8×8 кбайт. ОЗУ реализовано на восьми микросхемах типа КР537РУ24 с организацией памяти 4×1 К, т. е. общим объемом 4 кбайта.

Взаимодействие игрового поля с шахматными фигурами обеспечивает специальная двухкоординатная схема, в которой магнитоуправляемые контакты (герконы) типа КЭМ-2 срабатывают при установке фигуры на клетки шахматной доски, а с системной шиной данных вычислителя АИП связано через микросхему ввода-вывода типа КР580 ВВ55, которая осуществляет буферизацию информации и электрическое согласование с информационными линиями СШД.

Буферизацию информации, поступающей с ВК и на БИ, обеспечивает микросхема ввода-вывода типа КР580 ВВ55.

Архитектура микропроцессора КР5804К80А достаточно полно описана в работах [7, 13]. Поэтому отметим только некоторые его особенности, представляющие интерес для шахматной игровой программы.

Во-первых, при ее разработке следовало учитывать фиксированную разрядность (8 бит) операндов и ограниченный набор исполняемых команд, а также внутренние возможности микропроцессора: применение восьми регистров общего назначения, использование стека, параллельную обработку кодов адреса и дан-

ных, различные типы адресации и асинхронный принцип выполнения операций.

Во-вторых, микропроцессор допускает возможность использования только одного вида прерывания, несмотря на наличие нескольких его источников, что значительно упростило электронную схему ШЭП.

В-третьих, средства разработки программного обеспечения для КР580ИК80А включают в себя язык программирования типа АССЕМБЛЕР, что позволяет при разработке рабочей программы исключить этап использования какого-либо языка высокого уровня.

Шахматный электронный партнер «Стратег-А» имеет то же функциональное устройство, что ШЭП «Стратег» и «Стратег-1», но в нем отсутствует электронная схема управления АИП, что требует от пользователя ввода хода только при использовании блока клавиатуры и считывания с люминесцентного индикатора очередного хода ШЭП.

Заключение

После всего сказанного об использовании средств вычислительной техники для создания игровых автономных устройств необходимо подвести некоторые итоги и сделать выводы.

Во-первых, следует отметить, что разработка и производство ИАУ в СССР находятся еще на первом этапе своего развития, и этот этап совпал с началом широкого освоения персональных ЭВМ. Таким образом, ситуация в нашей стране существенно отличается от процесса последовательного развития электронных средств досуга (от простейших ИАУ до персональных ЭВМ) своими вычислительными возможностями, превышающими возможности больших ЭВМ начала 1970-х годов, что было характерно для стран с наиболее развитой электроникой. Но несмотря на это, ИАУ в настоящее время не выступают конкурентами отечественным персональным ЭВМ, так как они значительно дешевле, а их потребительские свойства могут удовлетворить запросы значительной части покупателей, и всегда найдутся люди, желающие только играть с ЭВМ, не используя ее как программируемое устройство для вычислений.

Во-вторых, наиболее предпочтительным типом ИАУ является игровое устройство со сменным блоком игровых программ, обеспечивающее функционирование программ наиболее распространенных игр (шахматы, шашки, крестики-нолики, го и т. п.), а также игровых программ обучения и проверки школьных знаний.

Список литературы

1. Шеннон К. Э. Работы по кибернетике и теории информации. Машины для игры в шахматы. — М.: Физматгиз, 1958. — С. 180—191 и 216—223.
2. Первин Ю. А. Об алгоритмизации программирования игры в домино // Проблемы кибернетики. — 1960. — № 3. — С. 171—180.
3. Нильсон Н. Искусственный интеллект. — М.: Мир, 1973.
4. Хант Э. Искусственный интеллект. — М.: Мир, 1978.
5. Комский Д. М., Игошев Б. М. Электронные автоматы и игры. — М.: Энергоиздат, 1981.
6. Адельсон-Вельский Г. М., Арлазаров В. Л., Битман А. Р., Донской М. В. Машина играет в шахматы. — М.: Наука, 1983.
7. Макглин Д. Р. Микропроцессоры. Технология, архитектура и применение / Пер. с англ. Под ред. И. В. Прангишвили.—М.: Энергия, 1979.
8. Шахматный электронный партнер МЕФИСТО. Техническое описание и руководство по эксплуатации. ФРГ, Мюнхен, фирма HEGENER CLAISEP, 1982.
9. Шахматный электронный партнер МОРФИ. Техническое описание и руководство по эксплуатации. ФРГ, Мюнхен, фирма SANDY ELECTRONIC, 1981.
10. Адельсон-Вельский Г. М., Арлазаров В. Л., Битман А. Р., Донской М. В. Игровое программирование. — М.: Наука, 1978.
11. Курбатов С. С., Морозов А. С., Сурмин Е. А. Модель шахматной игровой программы для микро-ЭВМ // Вопросы радиоэлектроники. — Вып. 7. — 1986. — С. 85.
12. Курбатов С. С., Морозов А. С. Целеориентированный эвристический поиск для шахматной игровой программы // Вопросы радиоэлектроники. — Вып. 12. — 1987. — С. 83.
13. Техническое описание и руководство по эксплуатации микро-ЭВМ, MSWP, ПНР, 1985.

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ

ХРАНЕНИЕ И ОБРАБОТКА ТРЕУГОЛЬНЫХ ТАБЛИЦ

Переход Анна (г. Симферополь)

В языках программирования высокого уровня для описания и обработки таблиц используется понятие массива. Число измерений (координат, индексов) элементов таблицы, представленной массивом, называется размерностью. Массив содержит постоянное число элементов в каждом его измерении. Так, двумерные массивы в ПАСКАЛе, БЕЙСИКе и других языках имеют «прямоугольную форму» и состоят в точности из $n \cdot m$ слов памяти, где n и m — число элементов массива в соответствующем измерении (строке и столбце).

$$ind = \text{ind}\,(i, j) = \frac{i^2 - i}{2} + j = 1 + 2 + \ldots + (i - 1),$$

Преимуществом использования двумерных массивов является возможность обращения к элементам таблицы A естественным образом, посредством двойного индекса, который автоматически преобразуется транслятором или интерпретатором в адрес слова памяти, содержащего элемент $A_{i,j}$.

Если, например, в языке принято построчное хранение элементов матрицы и $\alpha = 0$ есть адрес, соответствующий элементу $A_{1,1}$, то автоматически вычисляется смещение относительно α, соответствующее элементу $A_{i,j}$. Номер слова памяти, хранящего элемент $A_{i,j}$, называется приведенным индексом ind = ind(i, j). При построчном хранении прямоугольной таблицы ind$(i, j) = (i - 1) \cdot m + j$ (рис. 1).

Однако на практике часто используются не только прямоугольные таблицы, так как двумерные машины имеют недостаток: при хранении матриц специального вида (треугольных, ленточных, циркулянтных и др.) большая часть памяти не используется. Например, для хранения нижнего треугольника квадратной матрицы A, состоящей из элементов $A_{i,j}$, таких, что $1 \leqslant i \leqslant n$, $1 \leqslant j \leqslant 1$, достаточно

$$1 + 2 + \ldots + n = \frac{n^2 + n}{2}$$

слов, а при использовании двумерного массива выделяется n^2 слов.

Для экономии памяти при хранении матриц специального вида можно пользоваться одномерными массивами. Так, для компактного хранения треугольной матрицы можно задать массив описанием var$A$: array [1...(n · n + n) div 2] of integer, сопоставив ему схему памяти, показанную на рис. 2.

Добившись экономии памяти, мы утратили возможность обращаться к элементам $A_{i,j}$, треугольной матрицы A, употребляя выражение $A[i,j]$. Формула приведенного индекса изменилась и имеет для предложенной схемы вид:

$$ind = \text{ind}\,(i, j) = \frac{i^2 - i}{2} + j = 1 + 2 + \ldots + (i - 1),$$

$$i, j \geqslant 1 \ (\text{ind} = \frac{i^2 + i}{2} + j \text{ для } i, j \geqslant 0).$$

Действительно, $1 + 2 + \ldots + (i - 1)$ — это число элементов строк, предшествующих i-й, которое в сумме с j дает приведенный индекс.

Следовательно, вместо $A[i, j]$ в алгоритмах обработки компактных представлений матриц следует писать A[ind(i,j)].

Компактное хранение треугольных матриц — частный случай общей задачи эффективного использования единого ресурса ЭВМ «память-время». Как правило, при решении задач на ЭВМ экономия памяти достигается за счет увеличения времени работы программы, а ускорение компенсируется дополнительной памятью.

Проиллюстрируем изложенное выше на примере программ построения треугольника Паскаля, который имеет следующий вид:

```
            1
          1   1
        1   2   1
      1   3   3   1
    1   4   6   4   1
      . . . . . . .
```

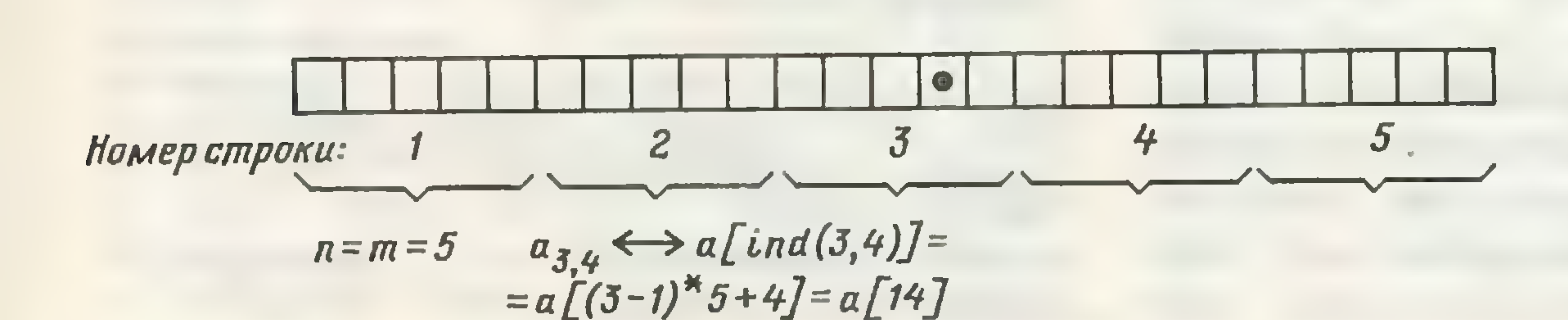


Рис. 1

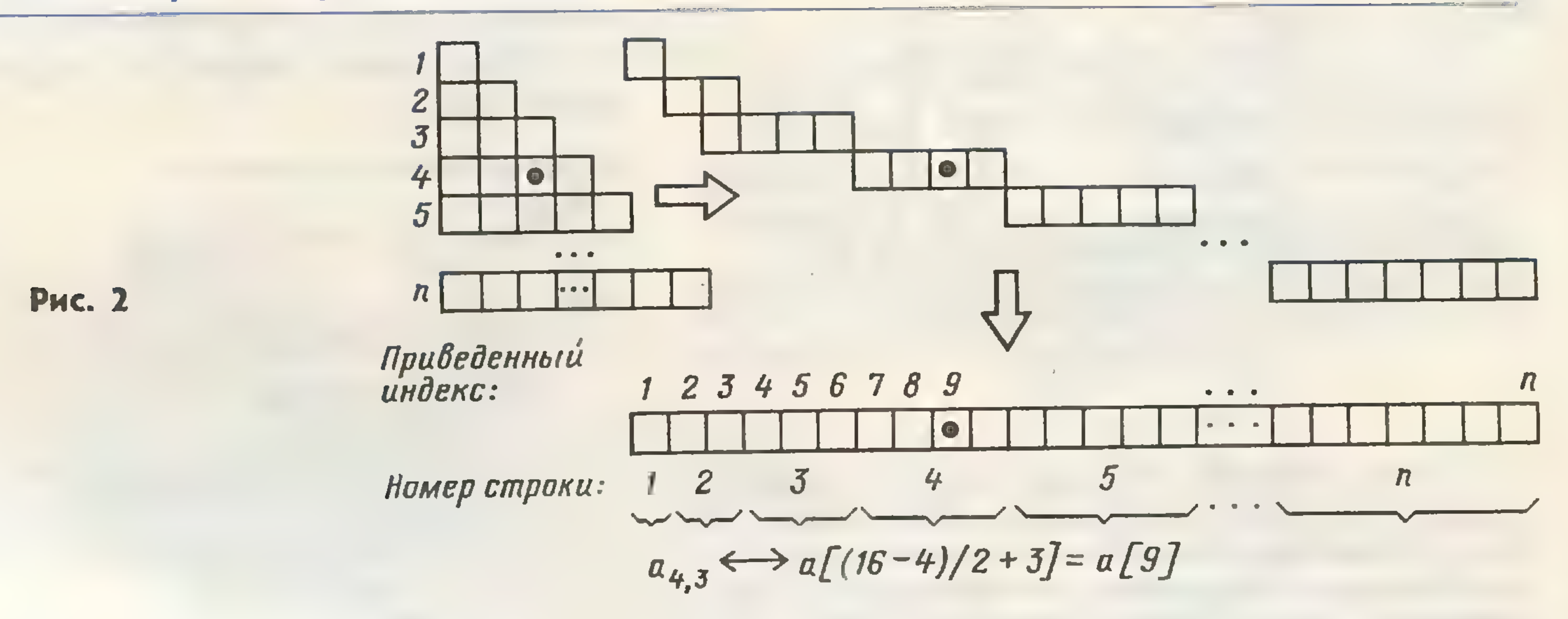


Рис. 2

Треугольник Паскаля записывают также в следующих обозначениях:

$$\begin{array}{ccccccc} & & & C_0^0 & & & \\ & & C_1^0 & & C_1^1 & & \\ & C_2^0 & & C_2^1 & & C_2^2 & \\ C_3^0 & & C_3^1 & & C_3^2 & & C_3^3 \\ \cdots & & & & & & \cdots \end{array}$$

где

$$C_n^m = \binom{m}{n} = \frac{n!}{m!\,(n-m)!}$$

число сочетаний из n элементов по m.

Треугольник Паскаля используется при решении многих математических задач. Известна формула (бином Ньютона): $(a+b)^n=\sum_{m=0}^{n} C_n^m \cdot a^{n-m} b^m$ $(n=0, 1, \ldots)$, причем значения биномиальных коэффициентов C_n^m одновременно необходимы во многих программах библиотек математических функций. Поэтому предварительное формирование треугольника Паскаля увеличивает суммарное быстродействие математических программ ЭВМ, а схема хранения вида $C_0^0\, C_1^0\, C_1^1\, C_2^0\, C_2^1\, C_2^2 \ldots C_n^0\, C_n^1 \ldots C_n^n$ дает экономию памяти.

Используя рекуррентное соотношение $C_{n+1}^{m+1}=C_n^m+C_n^{m+1}$, можно построить строку с номером $n+1$ треугольника Паскаля по строке с номером n. На основе этого соотношения можно написать программу так, что все строки треугольника последовательно формируются в одном и том же одномерном массиве — строка $n+1$ заменяет строку n. Этот способ можно применять при последовательной обработке строк без возврата к уже обработанным строкам.

Рекуррентное соотношение

$$C_n^{m+1} = \frac{C_n^m(n-m)}{m+1}$$

позволяет построить очередной элемент строки n по предыдущему элементу этой строки.

Используя симметричность треугольника Паскаля (свойство $C_i^j=C_i^{i-j}$, $i, j \geq 0$) и учитывая, что $C_i^0=1$ для всех $0 \leq i \leq n$, достаточно хранить только $[\frac{n}{2}] \cdot [\frac{n+1}{2}]$ элементов (рис. 3).

Формула приведенного индекса для последнего случая достаточно сложна и имеет вид:

$\text{ind}=\text{ord}(j\neq 0 \text{ and } j\neq 1)\cdot(\frac{i}{2}-\text{ord}(i \bmod 2)=0))) + \min(j, i-j)$.

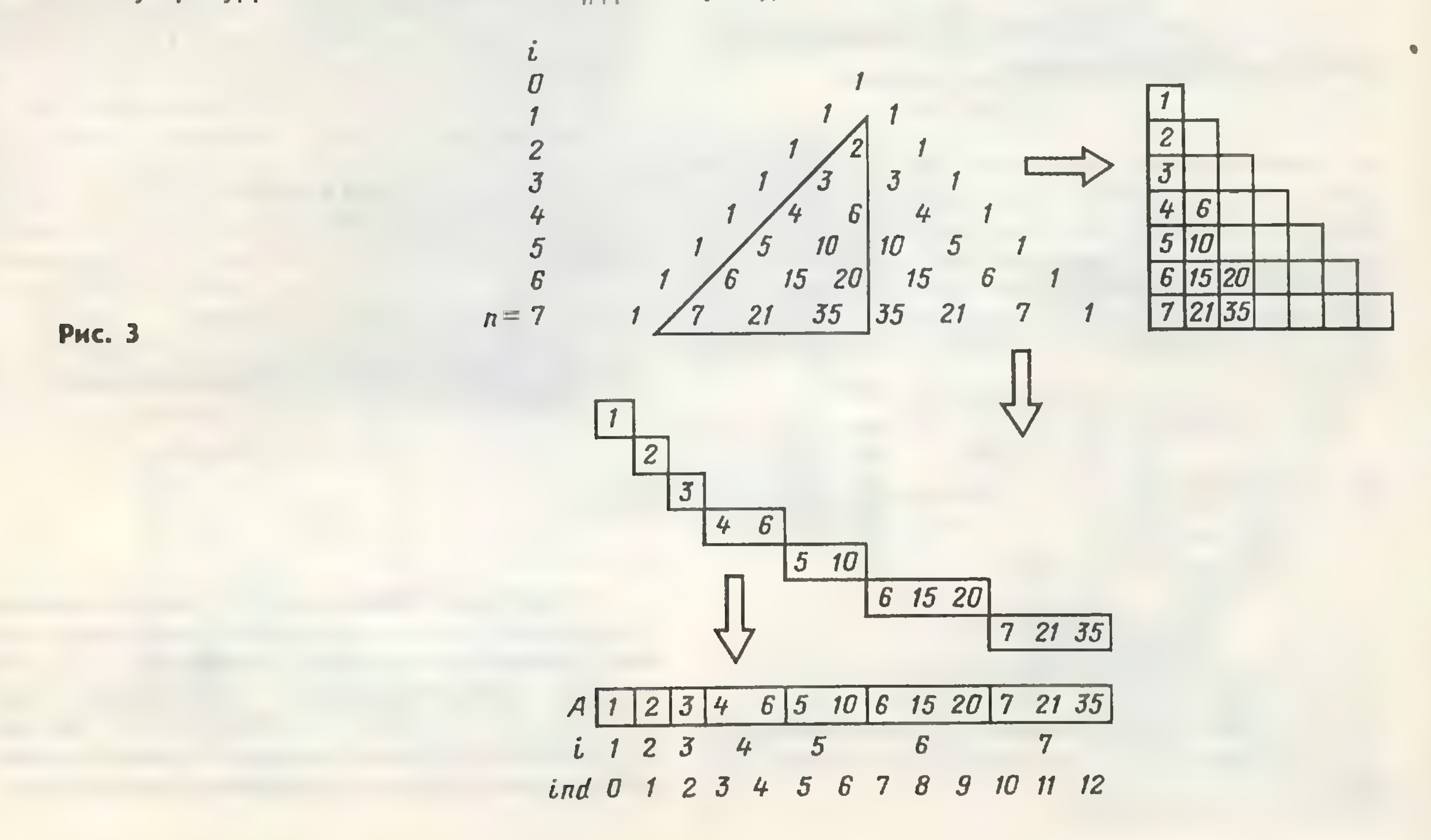


Рис. 3

Множитель ord ($j \neq 0$ and $j \neq 1$) обращает ind в ноль, если $j=0$ или $j=1$. Слагаемое $\frac{i}{2} \cdot (\frac{i}{2} -$ ord ($i$mod2)$=0$ — смещение начала i-й строки относительно начала одномерного массива A, хранящего компактное представление. Слагаемое min (j, $i-j$) дает смещение Δ искомого элемента в i-й строке:

$$\Delta = \begin{cases} i-j, & j \geqslant \frac{i}{2} \\ j \end{cases}.$$

Таким образом, функция ind(i, j) задается арифметическим выражением. ord(x) равно 0, если логическое выражение x ложно, и равно 1, если истинно. Нахождение минимального из двух значений можно задать функцией min(x, y)$=$ $=((x+y)-$abs$(x-y))$div2, а нахождение остатка от деления p на q функцией $i$mod$(p, q)=p-$int$(p/q) \cdot q$.

Ниже приводятся программы на ПАСКАЛе и БЕЙСИКе формирования и вывода на печать треугольника Паскаля. Их тщательное изучение поможет уяснить суть дела.

1. Использование двумерного массива (элементы главной диагонали не используются).

```
PROGRAM PASTR1 (OUTPUT) ;
CONST K=13;
VAR A: ARRAY [1. . K, 1. . K] OF INTEGER;
VAR I, J, OFF: INTEGER;
   BEGIN

      OFF:=36;

      FOR I:=1 TO K DO
         BEGIN
            A [I, 1] ; =1;  A [I, I] :=1;
            FOR J:=2 TO I—1 DO
            A [I, J] :=A [I—1, J] +A [I—1, J—1] ;

            WRITE (' ' :OFF) ;
            FOR J:=1 TO I DO WRITE (A [I, J] :4) ;
            WRITELN;  OFF:=OFF—2;
         END;
END.
```

2. Компактное хранение в одномерном массиве (без учета симметрии).

```
PROGRAM PASTR2 (OUTPUT) ;
CONST K=13;  CONST N=91;
VAR P: ARRAY [1. . N] OF INTEGER;
VAR I, J, L, R, BOUND, OFF: INTEGER;
BEGIN
   P [1] :=1;  L:=1;  R:=1;  WRITELN (1:4) ;
   FOR I:=2 TO K DO
      BEGIN
         BOUND := R;
         L; =R+1;   R:=R+I;
         P [L] :=1;   P [R] :=1;
         FOR J:= L+1 TO R—1 DO
            BEGIN
               P [J]  := P [BOUND] ;
               BOUND:=BOUND—1;
               P [J] :=P [J] +P [BOUND] ;
            END;
            FOR J:=L TO R DO WRITE (P [J] :4) ;  WRITELN
         END;
END.
```

3. Построение «строка за строкой» в одномерном массиве.

```
PROGRAM PASTR3 (OUTPUT) ;
CONST K=14;
VAR P: ARRAY [0. . K]  OF INTEGER;
VAR I,   J,   OFF              :INTEGER;
BEGIN
            FOR I:=1 TO K DO P [I] :=0;
            OFF:=36;
            FOR I:=2 TO K DO
                BEGIN
                    P [I] :=1;  WRITE (' ' :OFF, ' 1 ') ;
                    FOR J:I—1 DOWNTO 2 DO
                    BEGIN
                        P [J] :=P [J] +P [J—1] ;
                        WRITE (P [J] :6) ;
                    END;
                OFF:=OFF—3;
                WRITELN;
                END;
END.
```

4. Построение «элемент за элементом» без использования массива.

```
PROGRAM PASTR4 (OUTPUT) ;
CONST K=12;
VAR P, OFF: INTEGER;
VAR I, J      : INTEGER;
BEGIN
                OFF:=36;

                FOR I:=0 TO K DO
                    BEGIN
                        P:=1;  WRITE (' ' :OFF, P) ;
                        FOR J:=0 TO I—1 DO
                        BEGIN
                            P: [P* (I—J) ) DIV  (J+1) ;
                            WRITE (P:6) ;
                            END;
                    OFF:=OFF—3;
                    WRITELN;
                    END;
END.
```

5. Компактное хранение в одномерном массиве (с учетом симметрии).

```
10   REM PASCAL TRIANGLE N   2/4
20   OPTION BASE 0
30   N=7: NUM=INT ( (N+1) /2) *INT (N/2) : DIM A (NUM)
40   DATA 1, 2, 3, 4, 6, 5, 10, 6, 15, 20, 7, 21, 35
50   FOR I=0 TO NUM : READ A (I)  : NEXT
60   DEF FN ORD (X) =ABЧ (X)                                   =ABS
70   DEF FN MIN (U, V)=INT ( (U+V — ABS (U—V) ) /2)
80   DEF FN IMOD (P, Q)  = P—INT (P/Q) *Q
90   DEF FN IND (K, L)  = ABS (L<>0 AND K<>L) *
                             INT (K/2) * (INT (K/2) — (ABS (FNIMOD (K, 2) =0) ) ) +
                             FNMIN (L, K—L)
100  FOR I=0 TO N
110  FOR J=0 TO I
120  PRINT A (FNIND (I, J) ) ;
130  NEXT : PRINT:NEXT
140  END
```

При выдаче прямоугольного треугольника величина смещения всех сторон относительно начала страницы постоянна (программы 2 и 5). При выдаче равнобедренного треугольника (программы 1, 3, 4) величина смещения ОГГ убывает на постоянную при переходе от строки к строке. Наибольшее смещение к вершине треугольника.

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
1 10 45 120 210 252 210 120 45 10 1
1 11 55 165 330 462 462 330 165 55 11 1
1 12 66 220 495 792 924 792 495 220 66 12 1

Post scriptum

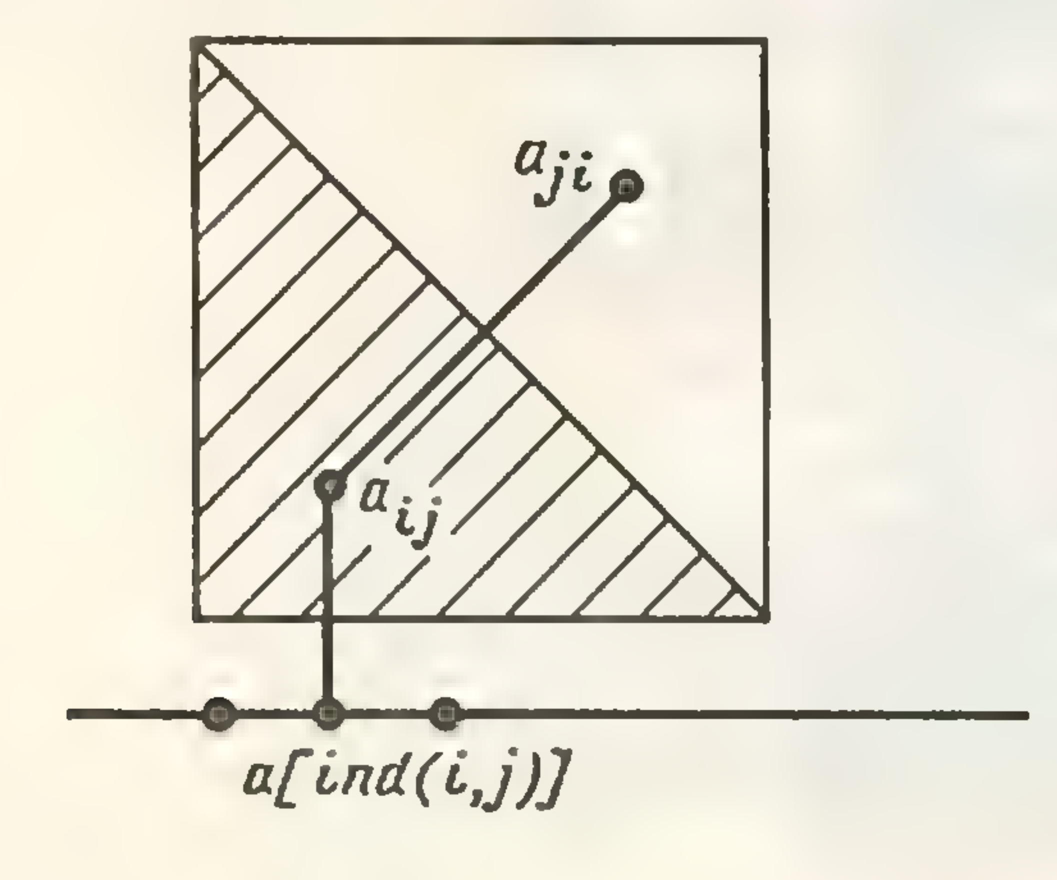
Комментарий специалиста

Задача эффективного представления данных в ЭВМ является одной из важнейших. Выбор способа организации данных не сводится только к экономии памяти. Он связан с эффективностью алгоритма и разрабатывается в единстве с его общей идеей. Качество алгоритма часто оценивается по разным, в том числе противоречивым, критериям. В одном случае критическим параметром является время, в другом — память. Иногда выдвигается требование близости используемых в алгоритме структур данных к общепринятым в какой-нибудь предметной области. Поэтому нет универсальной схемы хранения информационных объектов (даже одного и того же класса), одинаково хорошо работающей во всех возможных случаях.

Все эти аспекты проблемы хорошо иллюстрируются в работе на примере представления треугольника Паскаля. Приведенные программы имеют методическое и прикладное значение, так как могут применяться для решения многих задач.

Используя изложенные идеи и приемы, читатель может построить программы решения нескольких подобных задач. Задача считается решенной, если задан способ компактного хранения таблицы специального вида и процедура отображения двойного индекса в приведенный индекс последовательности.

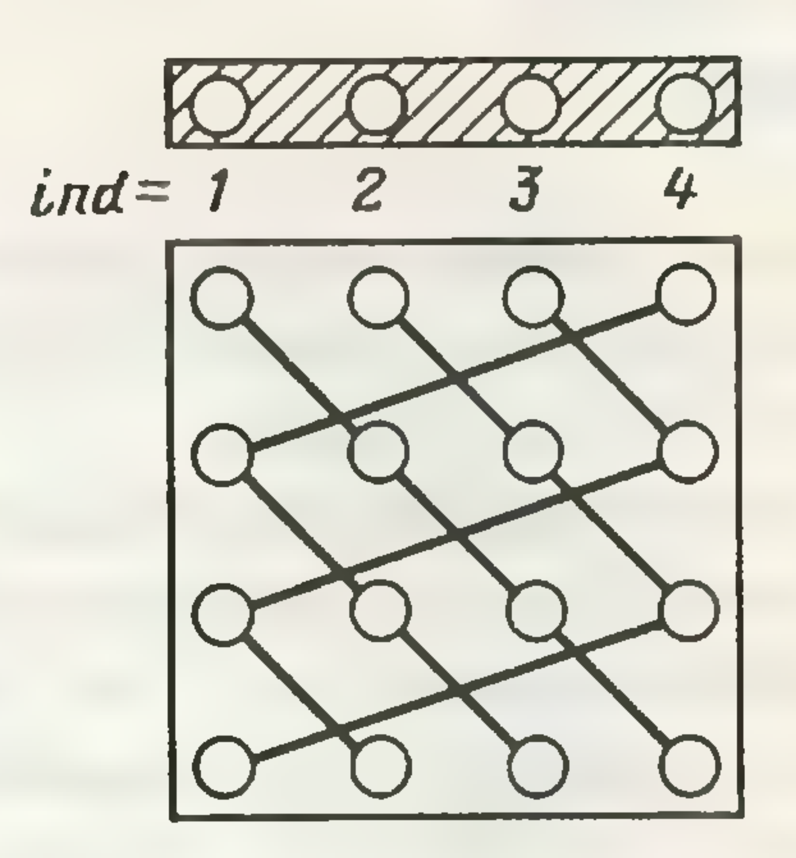
Задача 1. Хранение симметричной квадратной матрицы $A_{n \cdot m}$, ($A_{i,j}=A_{j,1}$) в виде нижнего треугольника в одномерном массиве с процедурой доступа к $A_{i,j}$ как для $i \leq j$, так и для $i > j$.



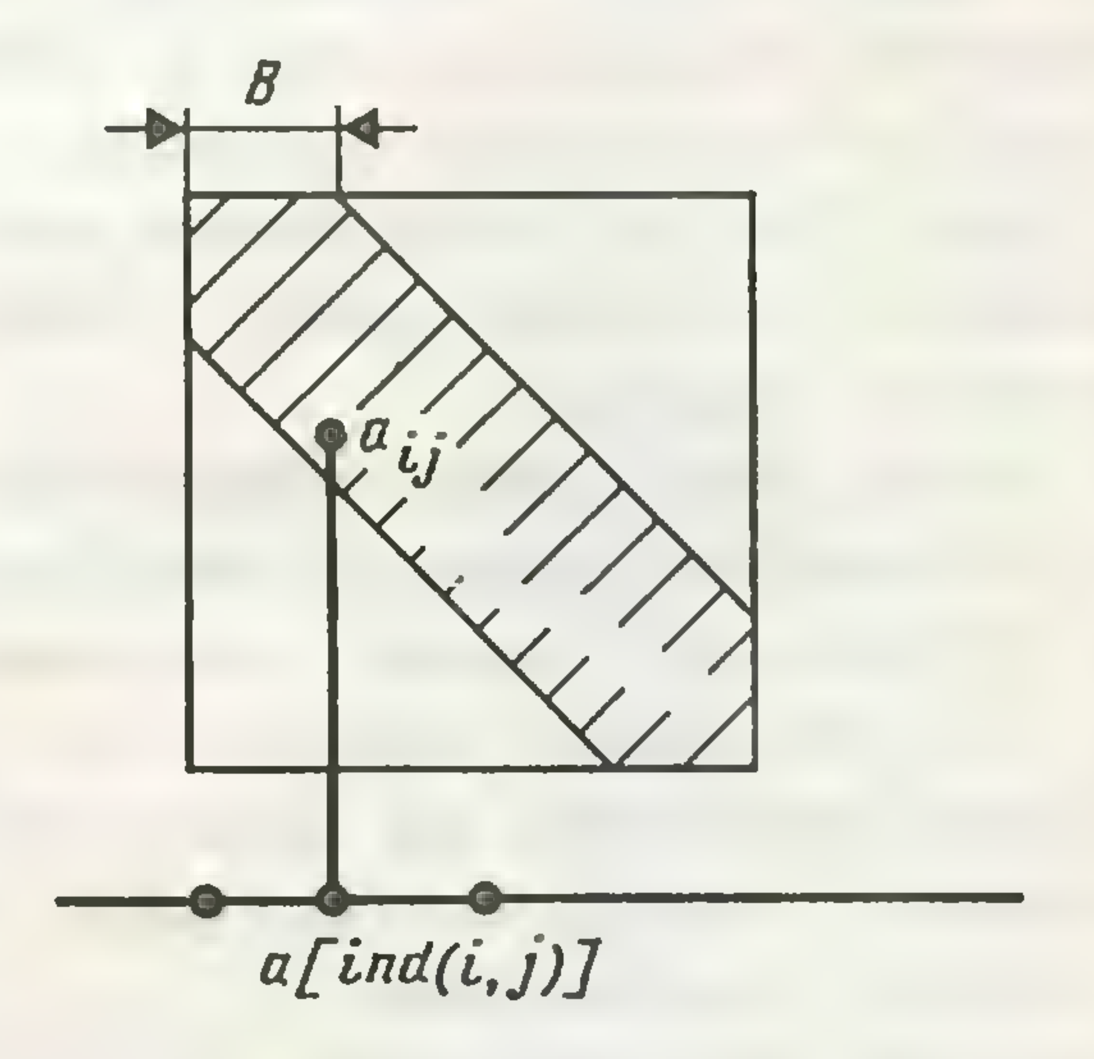
Задача 2. Хранение циркулянтной матрицы $A_{n \cdot n}$ в виде первой строки с процедурой доступа к $A_{i,j}$, $1 \leq i, j \leq n$, через приведенный индекс ind=ind(i, j)= =$(n+j-i) \bmod n+1$.

Циркулянтной называется матрица, каждая строка которой, кроме первой, получается в результате циклического сдвига предыдущей строки на один элемент вправо, например:

$$A_{4 \cdot 4}=\begin{matrix} 3 & 5 & 7 & 9 \\ 9 & 3 & 5 & 7 \\ 7 & 9 & 3 & 5 \\ 5 & 7 & 9 & 3 \end{matrix}$$



Задача 3. Хранение ленты $\{A_{i,j}\}$ матрицы $A_{n \cdot m}$, то есть такой области, что $0<|i-j|\leq B<n$.



Отметим, что алгоритмы, рассчитанные на стандартный способ хранения прямоугольных таблиц, легко преобразуются на случай компактных представлений. Для этого достаточно двойной индекс заменить в алгоритме на приведенный. Так, стандартный алгоритм для циркулянтной матрицы имеет вид:

```
for i: = 1 to n do
    for j: = 1 to n do
        Process (a[i, j]),
```

а алгоритм над компактной формой циркулянтной матрицы имеет вид:

```
for i: = 1 to n do
    for j: = 1 to n do
        Process (a[ind(i, j)]).
```

Наиболее общей и интересной задачей является задача компактного представления произвольных слабозаполненных (с большинством нулей) матриц в виде графовых списковых структур.

Доцент В. Н. КАСАТКИН



ИГРА «ЛОГЛАБ» — ЛОГИЧЕСКИЙ ЛАБИРИНТ

Данная игровая программа написана на распространенной версии БЕЙСИКа для ПЭВМ «Агат».

Игра имеет двоякий смысл:

1) При обучении информатике она может рассматриваться как полезная задача — этюд для начинающего программиста. Алгоритм очень прост, можно сказать, прозрачен для разбора и всевозможных модификаций. Например, узлы лабиринта можно обозначить не номерами, а литерными константами, если записать в массив R не номера, а названия каких-нибудь фантастических улиц и площадей сказочного города.

В этом лабиринте всего 23 узла. Каждый ведет к трем другим. Но структуру лабиринта легко модифицировать — увеличить количество узлов и сделать развилку не трехсторонней, а например, четырехсторонней, усложнив задачу для игрока.

Главная поучительная особенность для начинающего программиста — компактный способ моделирования структуры лабиринта: в трех ячейках каждой строки двумерного массива A хранятся номера ровно трех ближайших узлов лабиринта, в которые «путник» может попасть из данного узла.

Определенный (и единственный, пожалуй) сложный элемент — косвенная адресация к элементам массива R в строках 460 и 490: здесь индекс вычисляется как элемент массива A. Но именно это средство делает программу разнообразной — при каждом запуске программа переименовывает лабиринт по-разному. Эта особенность данной программы открывает путь к ее использованию во втором качестве — как тренажер памяти.

2) Игровой тренажер памяти — вторая функция данной программы (см. наш выпуск: Компьютерные игры: обучение и психологическая разгрузка. — 1988. — № 3).

После каждого запуска командой «РИ» перед самой игрой происходит так называемая рандомизация — случайная расстановка номеров по узлам лабиринта (строки 370—390). Из-за этого пользователь-игрок каждый раз снова и снова должен выучивать новый код кратчайшего пути в лабиринте. Таким образом, игра не теряет своего смысла после первого, второго и т. д. сеансов. К сожалению, этого лишены многие коммерческие лабиринтные программы: несмотря на высококлассный мультипликационный и музыкально-шумовой дизайн, во многих сценах при записи генерируется (строится) один и тот же статический графический лабиринт, что делает игру по мере знакомства с ней все менее интересной с познавательной точки зрения.

И последнее. Тем из читателей, кто работает с БЕЙСИКом в стандарте MSX (ПК «Ямаха»), советуем познакомиться с популярным описанием этого стандарта в журнале «Информатика и образование» (1987, № 5). Это поможет переделать некоторые операторы в программе, чтобы использовать игру Логлаб на ПК «Ямаха». То же можно сказать и про КУВТ-86, использующий БЕЙСИК в стандарте ДЭС.

```
10  REM  ЛОГИЧЕСКИЙ ЛАБИРИНТ
11  REM А.Г. ШМЕЛЕВ. 08.07.87
15  DIM A (23, 3) , R (23) : HOME : RIBBON= 6:
16  DIM O (23)
19  DATA 2, 3, 4
20  DATA 1, 5, 6
30  DATA 1, 6, 7
40  DATA 1, 7, 8
50  DATA 2, 9, 10
60  DATA 2, 3, 11
70  DATA 3, 4, 11
80  DATA 4, 12, 13
90  DATA 5, 10, 15
100 DATA 5, 9, 16
110 DATA 6, 7, 16
120 DATA 8, 13, 16
130 DATA 8, 12, 14
140 DATA 8, 17, 19
150 DATA 9, 18, 21
```

```
160 DATA 10, 11, 12
170 DATA 14, 19, 20
180 DATA 15, 19, 21
190 DATA 14, 18, 20
200 DATA 17, 19, 22
210 DATA 15, 18, 23
220 DATA 7, 20, 23
230 DATA 20, 22, 23
240 HOME : VTAB 12 :  PRINT "  <<ЛОГИЧЕСКИЙ ЛАБИР
        ИНТ>>"
244 RIBBON= 1
245 PRINT : PRINT " ЦЕЛЬ ИГРЫ:": PRINT
247 PRINT " ЗА МИНИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ХОДОВ НАДО ": PRINT
        " ДОСТИЧЬ ПУНКТ 23."
250 RIBBON= 2: PRINT : PRINT : PRINT : PRINT " (С
        ЛУЧАЙНЫЙ ЛАБИРИНТ ГЕНЕРИРУЕТ  КОМПЬЮТ
        ЕР. ": PRINT : PRINT " МИНУТОЧКУ ТЕРПЕНИ
        Я. . .)"
290 RIBBON= 6
300 REM ПРОЧТЕНИЕ МАССИВА
310 FOR I = 1 TO 23
320 FOR J = 1 TO 3
330 READ A (I, J)
340 NEXT J
350 NEXT I
360 R (1)  = 1:R (23)  = 23
362 O (1)  = 1:O [230
362 O (1)  = 1:O (23)  = 23
370 FOR J = 2 TO 22
372 K = INT  ( RND  (1)  * 21 + 2)
374   FOR L = 2 TO J - 1
376   IF R (L)  = K THEN 372
378   NEXT L
380 R (J)  = K:O (K)  = J
390   NEXT J
400   REM ИГРА
402 S = 0
410 I = 1
420 S = S + 1
430 HO
430   HOME : VTAB 10: PRINT "  ВЫ НАХОДИТЕСЬ В "; R (
          I)
435   PRINT : PRINT "ХОД НОМЕР "; S; "."
440   PRINT : PRINT "ВЫБЕРИТЕ ВАРИАНТ ПЕРЕХОДА: ": PRINT

450   FOR J = 1 TO 3
460   PRINT "  "; R (A (I, J) ) ;
470   NEXT J
480   PRINT : PRINT : INPUT I2
488   FOR J = 1 TO 3
490   IF R (A (I, J) )  = I2 THEN 500
492   NEXT J
495   PRINT " ТАК НЕЛЬЗЯ!": GOTO 480
500 I = O ( I2)
510   IF I = 23 THEN 988
520   GOTO 420
988   PRINT : PRINT " ВЫ ДОШЛИ ДО ЮКОНА ЗА": PRINT :
          PRINT " "; S; " ПЕРЕХОДОВ."
989   PRINT : PRINT
990   IF S = 6 THEN PRINT " НАЙДЕН КРАТЧАЙШИЙ П
          УТЬ!": GOTO 995
991 H = H + 1
992   PRINT "НО ЭТО НЕ КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ!": PRINT : INPUT
          " ПОВТОРИМ  (Д/Н) ?"; AS
994   IF "D" = LEFTS  (AS, 1)  OR "Д" = LEFTS  (AS, 1)  THEN
          400
995   PRINT : PRINT
996   PRINT "ЗАТРАЧЕНО ПОПЫТОК ";  H: PRINT : PRINT
999   PRINT "ДО СВИДАНИЯ!"
```

А. Г. ШМЕЛЕВ

С 83 Стратегическая компьютерная инициатива. — М.: Знание, 1988. — 48 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Вычислительная техника и ее применение»; № 12).

15 к.

О стратегической оборонной инициативе существует и готовится множество публикаций в печати, выступлений по радио и телевидению. Покровы строжайшей секретности этой разработки то и дело «приоткрываются» рекламными сообщениями об очередном техническом достижении. Секреты же достижений в компьютерной технике проекта СОИ хранятся достаточно надежно. Однако автору удалось собрать, систематизировать и изложить здесь информацию о стратегической компьютерной инициативе — одной из крупных составляющих СОИ.

Рассчитана на широкий круг читателей.

2210010000 ББК 32.973



Научно-популярное издание

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНИЦИАТИВА

Гл. отраслевой редактор Л. А. Ерлыкин
Редактор Б. М. Васильев
Мл. редактор Н. А. Васильева
Художники В. Н. Конюхов и К. Н. Мошкин
Худож. редактор М. А. Гусева
Техн. редакторы Т. В. Луговская, О. А. Найденова
Корректор В. И. Гуляева

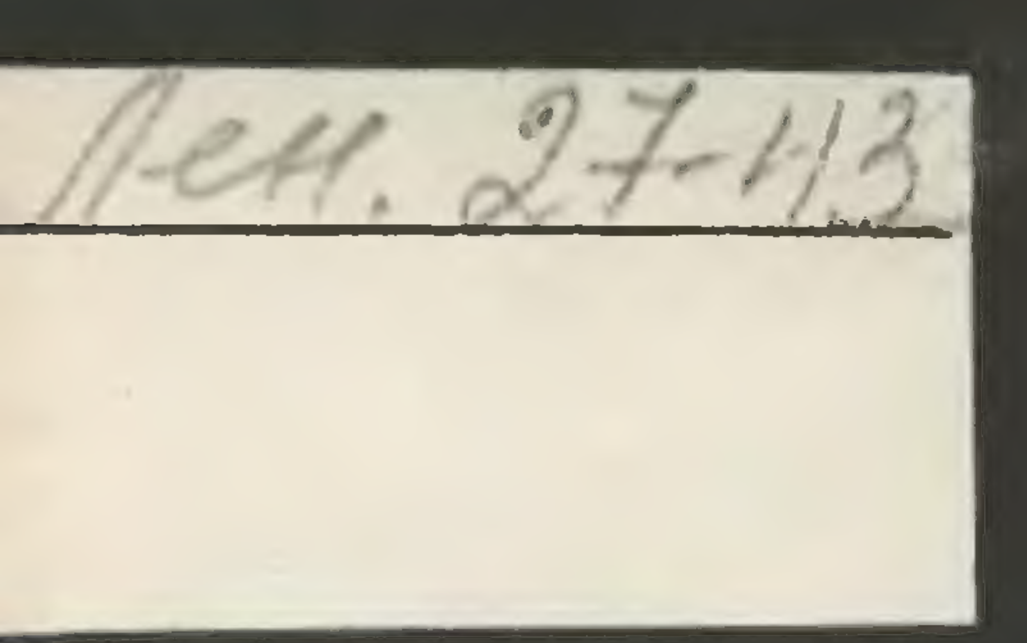
ИБ № 9668

Сдано в набор 29.08.88. Подписано к печати 19.10.88. Т-08572. Формат бумаги $70\times100^1/_{16}$. Бумага офсетная № 2. Гарнитура журнально-рубленая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,90. Усл. кр.-отт. 8,61. Уч.-изд. л. 4,43. Тираж 66 046 экз. Заказ 2412. Цена 15 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 884712. Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 170024, г. Калинин, пр. Ленина, 5.



ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
Б.А. Тарасенко
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ
4
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ
Аппаратный состав ЭВМ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
ЭВМ в ускорении научно-технического прогресса
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
А.Л. Частиков
ОТ КАЛЬКУЛЯТОРА ДО СУПЕР-ЭВМ
ЗНАНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
КОМПЬЮТЕР В ШКОЛЕ
BASIC
PASCAL
РАПИРА
ЗНАНИЕ
И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ
В океане данных
Системы управления базами данных
11
Семейство отечественных ЭВМ
7
А.Ф. Дедков
Логическое программирование
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ
Универсальный язык - возможно ли это?
РАПИРА
СИМУЛА
ПРОЛОГ
ПАСКАЛЬ
АДА
МОДУЛА
ФОКАЛ
БЕЙСИК
ПЛ-1
8
И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
Семейство отечественных ЭВМ ДВК
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ
ЗНАНИЕ

Цена 15 коп. Индекс 70195





Подписная научно-популярная серия

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Дорогой читатель!

Брошюры этой серии в розничную продажу не поступают, поэтому своевременно оформляйте подписку. Подписка на брошюры издательства «Знанае» ежеквартальная, принимается в любом отделении «Союзпечати».

Напоминаем Вам, что сведения о подписке Вы можете найти в «Каталоге советских газет и журналов» в разделе «Центральные журналы», рубрика «Брошюры издательства «Знание»

Наш адрес: Москва, Центр, проезд Серова, д. 4